Oecon. 1129 kh

A, F T

Xerokopieren aus konservatorischen Gründen nicht erlaubt
Nur im Lesesaal benützbar

S →

Oec. 1129 kk

Lintner

EIGENTUM

VON:

Oecon. 1129 hh.

<36620082780011
<36620082780011
S

Bayer. Staatsbibliothek

H

Handbuch

der

Landwirtschaftlichen Gewerbe.

Von

Dr. C. J. Lintner,
a. o. Professor an der Kgl. Technischen Hochschule in München.

Mit 256 Textabbildungen und zwei Tafeln.

Berlin.
Verlag von Paul Parey.
Verlagshandlung für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., 10 Hedemannstraße.
1893.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorwort.

Die Stärkefabrikation, Rübenzuckerfabrikation, Spiritusfabrikation, Bierbrauerei und Molkerei (Butter- und Käsegewinnung) bezeichnet man bekanntlich als landwirtschaftliche Gewerbe, da sie zum Teil als wesentlicher Bestandteil der Gutswirtschaft betrieben werden, zum Teil durch den Bezug ihrer Rohmaterialien und die Erzeugung von Nebenprodukten und Abfällen, welche in der Landwirtschaft Verwertung finden, mit letzterer in enger Beziehung stehen.

In dem großen Gebiete der chemischen Technologie nehmen die landwirtschaftlichen Gewerbe, abgesehen von anderen Verhältnissen, insofern eine besondere Stellung ein, als eine Kenntnis derselben nicht nur für den Chemiker, sondern auch für den Landwirt, den Zymotechniker, den Steuerbeamten von Interesse ist. Während wir nun für die einzelnen hier in Betracht kommenden Industriezweige vortreffliche umfassende Spezialwerke besitzen, mangelt es zur Zeit gerade mit Rücksicht auf die verschiedenen Kreise von Interessenten an einem Buche, welches die Operationen, die chemischen und physiologischen Vorgänge in den landwirtschaftlichen Gewerben in gedrängter Kürze zur Darstellung bringt. Daß ein derartiges Buch, welches gestattet, sich rasch über das Wesen jener Industriezweige zu unterrichten und welches geeignet ist, für die Lektüre der großen Spezialwerke vorzubereiten und anzuregen, thatsächlich einem allgemeinen Bedürfnisse sowohl der Praktiker wie der Landwirtschaft Studierenden entsprechen würde, das wahrzunehmen hatte ich in meiner Eigenschaft als Lehrer der landwirtschaftlich-chemischen Technologie an hiesiger Hochschule wiederholt Gelegenheit und ist auch der Verlagsbuchhandlung sehr häufig nahe gelegt worden.

Das vorliegende Werk ist bestimmt, diesem Bedürfnisse abzuhelfen und eine Lücke in der technologischen Literatur auszufüllen.

Die größte Schwierigkeit bereitete mir bei der Bearbeitung desselben die Auswahl des Darzustellenden aus der außerordentlichen Fülle des vorhandenen Materials. Inwieweit es mir gelungen ist, hierin das richtige Maß zu treffen, das zu beurteilen muß ich einer einsichtsvollen und sachkundigen Kritik überlassen.

Den Schwerpunkt der Bearbeitung glaubte ich in die Darstellung der chemischen, physiologischen und physikalischen Vorgänge verlegen zu sollen, während ich von maschinellen Einrichtungen nur typische schildern und bauliche Anlagen nur streifen konnte. Hätte ich hierin ausführlicher sein wollen, so wäre der Umfang des Werkes wohl auf das Doppelte angewachsen, wodurch dasselbe seinen Zweck verfehlt hätte, auch weiteren Kreisen leicht zugänglich zu sein.

Dagegen bin ich Herrn Ingenieur Theodor Ganzenmüller, Lehrer der maschinen-technischen Fächer an der Königl. bayerischen landwirtschaftlichen Zentralschule Weihenstephan, zu großem Danke verpflichtet für die Bearbeitung des Abschnittes „Allgemeine Betriebskräfte und Einrichtungen“, in welchem eine Reihe in jedem Betriebe vorkommender Maschinen und Einrichtungen eine dem Umfange und Plane des ganzen Werkes entsprechende Darstellung fanden.

Eine kurze Uebersicht über die Besteuerung in der Zuckerfabrikation, Spiritusfabrikation und Bierbrauerei, sowie über die Produktion in jenen Gebieten dürfte manchem Leser nicht unwillkommen sein. Dieselbe erstreckt sich allerdings lediglich auf die Verhältnisse in Deutschland.

Indem ich mein Handbuch hiermit der Oeffentlichkeit übergebe, bitte ich die Berufsgenossen, mir etwaige Wünsche für spätere Auflagen mitzuteilen, um denselben thunlichst entsprechen zu können.

München, Februar 1893.

C. J. Lintner.

Inhalt.

Erster Abschnitt.

Seite

Allgemeine Betriebskräfte und Einrichtungen 1

Apparate zum Messen und Zählen 3
Kraftmaschinen oder Motoren 12
Maschinen zur Ortsveränderung der Körper 35
Maschinen zur Förderung von Sammelkörpern 47
Kälteerzeugungs-Einrichtungen 51

Zweiter Abschnitt.

Stärke-, Dextrin- und Dextrosefabrikation 60

Die Stärke 60
Umwandlungsprodukte der Stärke 69
Rohmaterialien der Stärkefabrikation 72
Die Gewinnung der Stärke aus Kartoffeln 77
Das Waschen der Kartoffeln 77
Das Zerreiben der Kartoffeln 78
Die Ausbringung der Stärke aus dem Reibsel 86
Die Gewinnung der Stärke aus der Stärkemilch und die Reinigung der Stärke . 91
Das Entwässern und Trocknen der Stärke 97
Abfälle der Kartoffelstärkefabrikation 106
Beschreibung einer Stärkefabrikanlage 109
Weizenstärkefabrikation 114
Das Gärungsverfahren 114
Verfahren ohne Gärung 118
Die Maisstärkefabrikation 121
Die Reisstärkefabrikation 123
Dextrinfabrikation 127
Stärkezuckerfabrikation 130
Stärkezuckersyrup 136
Die Couleurfabrikation 137
Die Produktion von Stärkezucker im deutschen Zollgebiete 1890/91 138

Dritter Abschnitt.

Rübenzuckerfabrikation 139

Der Zucker 139
Saccharimetrie 141

Seite
Die Rübe 145
Der Wert der Rübe 150
Operationen der Rübenzuckerfabrikation 151
Das Waschen der Rüben 152
Die Saftgewinnung nach dem Diffusionsverfahren 153
Ausführung des Diffusionsverfahrens 155
Die Reinigung des Saftes 166
Die Scheidung und Saturation 166
Die Filtration 177
Die Konzentrierung des Saftes 185
Die Verarbeitung der Füllmasse 200
Die Konsumzucker-Arbeit 202
Die Melasseentzuckerung 207
Das Osmoseverfahren 207
Die Kalksaccharatverfahren 209
Strontianverfahren 212
Besteuerung 214
Die Rübenzuckerproduktion im deutschen Reiche 1889/90 217
Anlage einer Zuckerfabrik 218

Vierter Abschnitt.

Gärung und Fermentwirkung 219
Die Alkoholgärung 220
Spaltpilzgärungen 242
Die chemischen Fermente oder Enzyme 245
Theorie der Gärung 249

Fünfter Abschnitt.

Spiritusfabrikation 256
Aethylalkohol 256
Alkoholometrie 257
Ausgangsmaterialien der Spiritusfabrikation 259
Die Verarbeitung von Kartoffeln 259
Die Malzbereitung 260
Die Keimung 260
Praxis der Malzbereitung 268
Vorbereitende Operationen für den Maischprozeß 275
A. Das Waschen der Kartoffel 275
B. Das Dämpfen 277
Das Maischen 287
Die Kühlung der Maische 294
Die Verarbeitung von Mais, Roggen ꝛc. 304
Die Entschalung der Maische 308
Die Verarbeitung stärkehaltiger Materialien unter Anwendung von Schwefelsäure oder Salzsäure 308
Die Gärung der Maische 309
Bei der Spiritusfabrikation aus stärkehaltigen Rohmaterialien stattfindende Verluste und die Ertragsberechnung nach Märcker 324
Zuckerhaltige Rohstoffe 327

	Seite
Alkoholhaltige Rohstoffe	334
Die Destillation	335
Die Schlempe	358
Anhang. Raffinierung des Rohspiritus	361
Brennerei-Anlage (System Ellenberger)	366
Preßhefefabrikation	368
Branntweinsteuer	377
Die Branntweinbrennerei im deutschen Branntweinsteuergebiete 1889/90	382

Sechster Abschnitt.

Bierbrauerei	384
Rohmaterialien der Bierbrauerei	384
Die Malzbereitung	402
Das Brauen	426
Die Gärung	449
Die Untergärung	450
Die Obergärung	464
Die Hefe-Reinzucht	466
Die Dampfkochung	480
Die Verwendung von Rohfrucht zum Bierbrauen	482
Englische Biere	485
Belgische Biere	487
Das Bier und seine Bestandteile	489
Fehler und Krankheiten des Bieres	490
Konservierung des Bieres	493
Die Fässer und das Pichen	494
Beschreibung einer Brauereianlage für eine jährliche Produktion von 25 000 hl bezw. 15 000—18 000 hl	497
Besteuerung	503
Statistisches	514

Siebenter Abschnitt.

Butter- und Käsegewinnung	517
Die Milch	517
Die Veränderungen der Milch durch Bakterien. (Milchkrankheiten)	522
Das Sterilisieren (Pasteurisieren) der Milch	525
Die Behandlung der Milch bis zu ihrer Verwendung	530
Die Gewinnung der Butter	532
Das Buttern	550
Die Kunstbutter	562
Die Käsebereitung	564
Die Molken und deren Verwertung	578
Die Käsesorten	579
I. Labkäse	580
II. Sauermilchkäse	582

Vergleichung der Thermometerskalen nach Celsius und Réaumur	584
Sachregister	585

Erster Abschnitt.

Allgemeine Betriebskräfte und Einrichtungen.

Eine jede Maschine ist eine Verbindung beweglicher und unbeweglicher fester Körper, welche dazu dienen, physische Kraft aufzunehmen und fortzupflanzen, oder auch nach Richtung und Größe derart umzugestalten, daß sie zur Verrichtung bestimmter mechanischer Arbeit geeignet wird.

Physische Kraft *) ist jede Ursache einer Veränderung des Bewegungszustandes eines Körpers, wobei unter Bewegung jede Veränderung der räumlichen Lage eines Körpers oder seiner Moleküle verstanden wird.

Mechanische Arbeit**) nennt man die Verbindung einer stetigen Kraftäußerung mit einer stetigen Bewegung, oder die Ueberwindung eines Widerstandes auf einen bestimmten Weg.

In der Mechanik sind Kraft und Arbeit ganz verschieden; Kraft ist immer nur eine Thätigkeit, während Arbeit ein Produkt aus Kraft und Weg ist.

Die Einheit ist jene Arbeit, welche die Kraft von 1 kg auf 1 m überwindet; sie wird Kilogramm-Meter (kgm) genannt.

Da bei der Bestimmung der Arbeit auch die Zeit berücksichtigt werden muß, so ist es üblich, die Arbeit anzugeben, welche in 1 Sekunde geleistet wird. Man nennt dieselbe „Effekt".

Beispiel: Welche Arbeit ist nötig, um eine Last von 6 Ztr. in 5 Minuten 20 m hoch zu heben?

Der Widerstand ist $6 \cdot 50 = 300$ kg; der Weg ist 20 m.

Die Arbeit in 5 Minuten ist also $300 \times 20 = 6000$ kgm

„ „ „ 1 Sekunde „ „ $\frac{6000}{5 . 60} = 20$ kgm (Effekt).

Um für größere Arbeitsleistungen ein bequemeres Maß zu haben, nennt man allgemein 75 Sekundenkilogrammmeter eine Maschinen-Pferdestärke oder kurz „Pferdestärke"***) (1/P.S. [vom Englischen horse power 1 HP]).

1/P.S. = 75 skgm.

Beispiel: Durch eine Pumpe sollen jede Minute 4 hl Wasser auf 18 m Höhe gehoben werden. Wie groß ist theoretisch die erforderliche Arbeit in Pferdestärken?

*) Im Gegensatz zu moralischer Kraft.

**) Im Gegensatz zu geistiger Arbeit.

***) Fälschlich Pferdekraft.

Arbeit in 1 Minute 400 × 18 kgm

„ „ 1 Sekunde $\frac{400 \times 18}{60} = 120$ skgm $= \frac{120}{75} = 1{,}6$ P. S.

Die einer bewegenden Kraft innewohnende mechanische Arbeit nennt man ihre theoretische (totale oder absolute) Arbeit.

Denjenigen Teil derselben, welcher nach Umwandlung in der Maschine noch übrig bleibt, bezeichnet man als nützliche (effektive oder relative) Arbeit.

Der Unterschied beider Arbeiten wird durch Reibung, Stoß u. s. f. in der Maschine verloren und heißt Nebenarbeit.

Das Verhältnis der nützlichen Arbeit zur theoretischen ist offenbar ein Maß für die Güte der Maschine und wird Güteverhältnis oder Wirkungsgrad genannt

$$w = \frac{N_n}{N_t}\,*$$

Man drückt auch oft die nützliche Arbeit in Prozenten der theoretischen aus und heißt diese Zahl „Nutzeffekt“

$N_n : N_t =$ Nutzeffekt : 100; woraus Nutzeffekt $= 100 \cdot \frac{N_n}{N_t} = 100 \cdot w$

Der Nutzeffekt ist gleich dem 100fachen Wirkungsgrad.

Beispiel: Ist die theoretische Arbeit einer Maschine zu 24 P. S; die nützliche zu 21,16 P S bestimmt, so ist der

Wirkungsgrad $w = \frac{21{,}16}{24} = 0{,}84$,

Nutzeffekt 84 %.

Die Form, in welcher die Arbeit in die Maschine eingeführt wird, ist sehr verschieden, je nach den Kräften, welche die Arbeit hervorbringen.

1. Muskelkraft der Menschen und Tiere,

2. Elementarkräfte (Kraft des bewegten Wassers und der bewegten Luft; Spannkraft des Dampfes, der erhitzten Gase; Explosionskraft des Knallgases; Gewichte, Federn, Spannung des elektrischen Stromes). Je nachdem die der Maschine zugeführte Arbeit lediglich dazu verwendet wird, die durch Bewegung ihrer Teile hervorgebrachte Reibung zu überwinden, oder außerdem noch Arbeit in nützlicher Form zu leisten, kann man sämtliche Maschinen in zwei Gruppen einteilen:

I. Maschinen zum Messen und Zählen,

II. Maschinen zur Verrichtung nutzbringender Arbeit.

Die zweite Gruppe kann wieder gegliedert werden in:

1. Kraftmaschinen oder Motoren, welche die Aufgabe haben, die in der Natur vorhandene Arbeit in eine Form zu verwandeln, in der sie in der Technik Verwendung finden kann (meist in Form einer drehenden Welle).

2. Arbeitsmaschinen, welche die von den Motoren (auch animalische) umgewandelte Arbeit zur Orts- und Formveränderung von Körpern anwenden.

Nach dieser Einteilung der Maschinen sollen im Folgenden jene eine gedrängte Beschreibung erfahren, deren Kenntnis hauptsächlich beim Betriebe der in diesem Buche beschriebenen Gewerbe wünschenswert erscheint.

---

*) N bezeichnet die Anzahl der Pferdestärken.

Apparate zum Messen und Zählen.

Die Wächteruhr. (Fig. 1.) Dieselbe dient zur Kontrolle der Thätigkeit von Arbeitern zu einer Zeit, in welcher die persönliche Aufsicht nicht möglich ist. (Nachtwächter, Fabrikaufseher u. s. w.).

Ein kräftiges Uhrwerk, welches in dem Raum A eingebaut ist, dreht die Trommel B täglich oder wöchentlich einmal um ihre Achse.

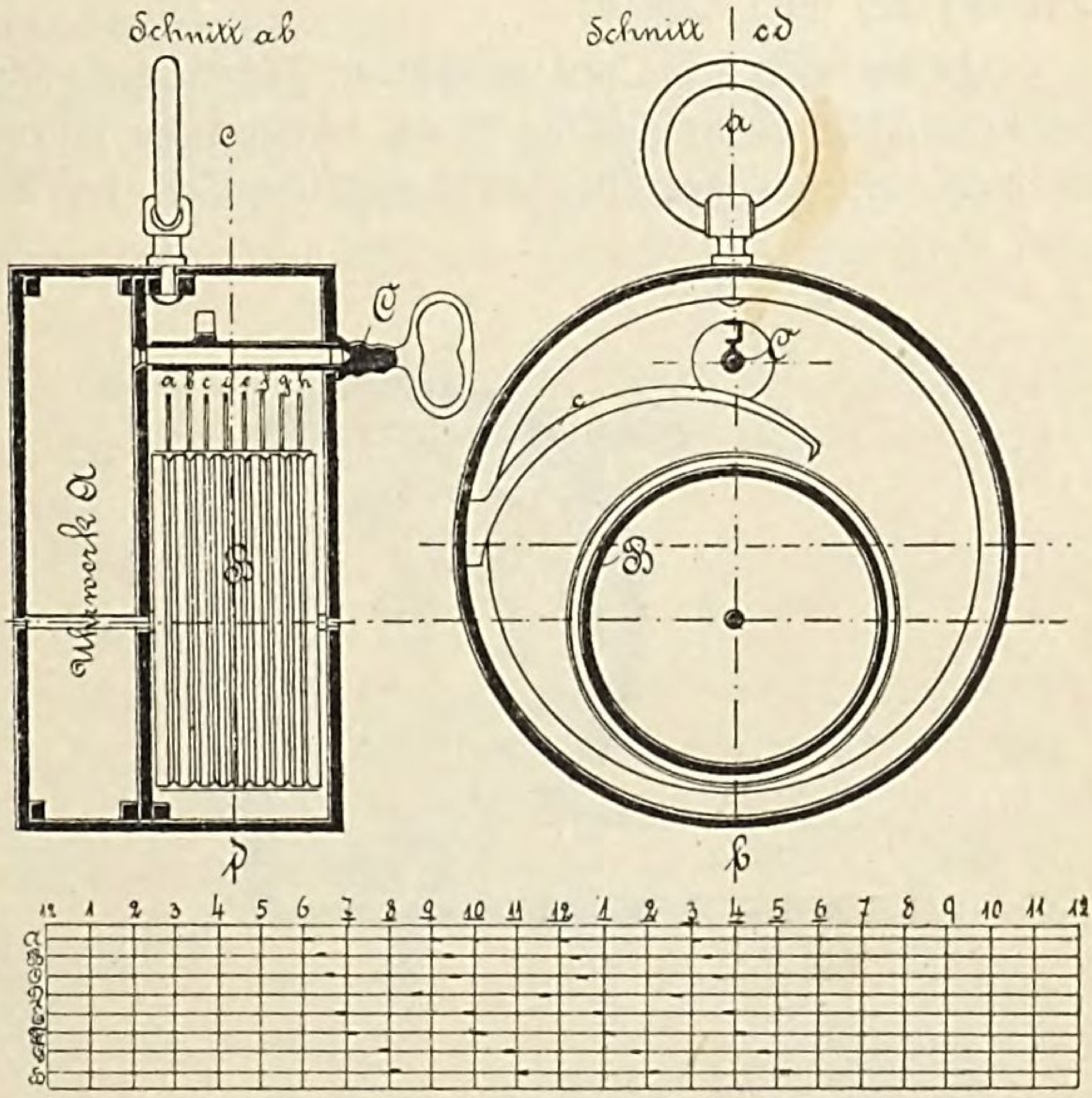


Fig. 1. Wächteruhr.

In der Trommel, deren Umfang mit Papier überzogen ist, befinden sich ebenso viele Rillen, als Orte beaufsichtigt werden sollen. Jeder Rille entspricht eine der federnden Klinken a, b, c, d, e, f, g, h, von welchen bei Umdrehung des Schlüssels C, je nach der Lage des Schlüsselbartes eine derselben (in Fig. 1 ist es c), niederdrückt. Dadurch hinterläßt die Spitze der Klinke einen Eindruck, welcher infolge der Drehung der Trommel Aufschluß über die Zeit giebt, in welcher der Eindruck erfolgte. An den Orten welche beobachtet werden sollen, sind die Schlüssel an Ketten befestigt, deren Bärte verschiedene, den Klinken entsprechende Lagen haben. Der Mann, welcher diese Orte zu beobachten hat, darf nur den an jedem Orte vorhandenen Schlüssel in die mitgenommene Uhr stecken und einmal umdrehen, dann ist durch den Eindruck der Klinke festgestellt, wann er an dem betreffenden Ort war. Es ist nur nötig, täglich oder wöchentlich einen frischen Papierstreifen auf die Trommel zu ziehen.

Das beigegebene Beispiel zeigt den drei Stunden währenden nächtlichen Rundgang nach den Orten A, B, C, E, F, G, H, D an.

Die Registrierthermometer. Dieselben zeichnen die Temperatur eines Raumes während einer längeren Zeit auf und sind für die Gärungsgewerbe (Darre, Keller) besonders wichtig. Die verbreitetsten Ausführungen sind diejenigen von Richard frères und von M. Sendtner. Bei der ersteren ist die innere Oeffnung eines gebogenen Messingrohres von linsenförmigem Querschnitt mit

Alkohol gefüllt. Durch den Unterschied der Ausdehnung beider Körper wird das Rohr gestreckt und dadurch eine Bewegung des freien Endes hervorgebracht, welche durch Hebel vergrößert, auf eine mit Papier überspannte Trommel oder Tafel die Temperaturen fortwährend aufzeichnet.

Die vorzügliche Ausführung von M. Sendtner in München benützt den Unterschied der Ausdehnung von Glas und einer Metallmischung, deren Zusammensetzung so gewählt ist, daß die Angaben trotz der täglichen großen Schwankungen jahrelang sich nicht ändern.

Es ist besser, die mit gefärbtem Glyzerin gezeichneten Temperaturlinien auf eine vom Uhrwerk verschobene Platte schreiben zu lassen, da bei der Drehung einer Trommel der auf der Rückseite befindliche Teil der Aufzeichnungen unsichtbar ist.

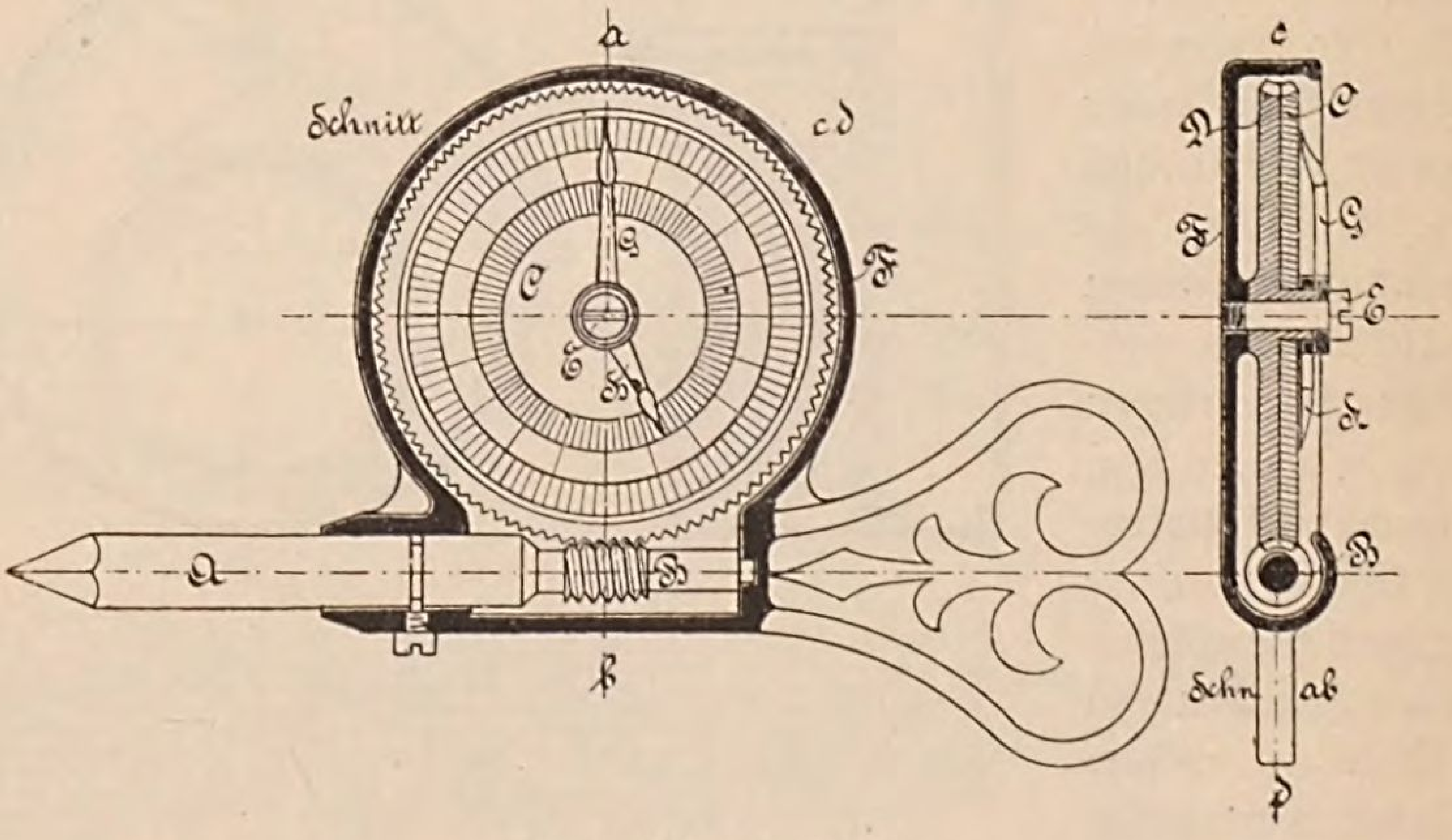


Fig. 2. Umdrehungszähler.

Als **Umdrehungszähler** sei das handliche Tascheninstrument erwähnt, welches auf dem Grundgedanken des Differenzialräderwerks beruht. (Fig. 2.) An den Enden der Transmissionswellen befinden sich von der Bearbeitung auf der Drehbank her kegelförmige Vertiefungen. In dieselben wird die kantige Spitze der Welle A der Vorrichtung so stark gedrückt, daß beide sich gleich schnell drehen. Auf der Welle A ist eine eingängige Schnecke B angebracht, welche in zwei Schneckenräder eingreift, von welchen das eine (C) 100 Zähne, das andere (D) 101 Zähne besitzt. Um den Bolzen E, welcher in das Gehäuse F festgeschraubt ist, dreht sich das Zahnrad D lose, während der Zeiger G auf demselben festsitzt. Um die längere Nabe des Rades D dreht sich das Rad C lose, während der Zeiger H darauf fest ist. Hat sich die Welle 100mal gedreht, so wird Rad D um einen Zahn (also bei 100 Teilstrichen um einen Teilstrich) zurückgeblieben sein, was Zeiger H angiebt. Die Ablesung der inneren Teilung (Zeiger H), giebt die Hunderter, diejenige der äußeren (Zeiger G) die Umdrehungszahlen unter Hundert an.

Wassermesser. Die Besteuerung des von einer Wasserversorgungsstelle verbrauchten Wassers geschah früher allgemein nach dem sog. „Steftensystem", wobei

die Höhe des Betrages lediglich abhängig war von dem Querschnitte des Rohres, welches das Wasser dem Abnehmer zuführte, gleichgültig wie viel aus demselben entnommen wurde. Will man aber die Spannung einer Hochdruckleitung durch Wassermotore in nützliche Arbeit verwandeln, so ist bei dem großen Bedarf dieser Maschinen an Wasser ein großes Zuführungsrohr nötig, wenn auch die Arbeitszeit ganz kurz, also der Wasserverbrauch gering ist. Da Wasser unter Druck nur mittels Akkumulatoren aufgespeichert werden kann, so kommt der Betrieb der Wassermotoren beim Steftensystem zu teuer. Diese Ungerechtigkeit wird beseitigt durch die Steuer nach der verbrauchten Wassermenge.

Zur Messung derselben bedient man sich der Wassermesser, von denen der von Siemens der am meisten verbreitete ist. In neuerer Zeit findet der Wassermesser von Schmid (D. R. P. Nr. 18848) vielfach Anwendung zum Messen des Speisewassers für Dampfkessel, um den Heizern gerechte Feuerprämien geben zu können.

Beim Brennereibetriebe ist es für die Besteuerung nötig eine Meßeinrichtung zu haben, welche selbstthätig die Menge des erzeugten Spiritus, sowie dessen Gehalt an absolutem Alkohol angiebt.

Von den vielen Ausführungen für diesen Zweck hat sich bewährt der **Spritmesser von Siemens** (Fig. 3).

Die Menge des erzeugten Sprites wird durch eine dreiteilige Trommel A aus verzinntem Kupfer gemessen, welche sich um die Achse B dreht. Der zu messende Spiritus wird durch das Rohr C in ein ringförmiges Gefäß D geführt, welches die Trommelachse umgiebt, ohne ihre Drehung zu hemmen. Aus diesem Raum fließt der zugeführte Spiritus durch unten angebrachte Oeffnungen in den Zylinder E. Die 3 Fächer I, II, III sind durch radialstehende Wände gebildet und fassen genau ein bestimmtes Flüssigkeitsmaß; sie stehen durch 3 schmale zur Achse B parallele Schlitze a_1, a_2, a_3 mit dem zylindrischen Raum E in Verbindung; durch 3 flache Kanäle b_1, b_2, b_3 münden sie nach außen. Die Röhrchen c_1, c_2, c_3 dienen zur Abführung der Luft des sich füllenden Faches. Da die Röhrchen den Spiegel in E stets überragen, so kann kein Spiritus durch sie einströmen.

In der gezeichneten Stellung fließt der Sprit durch den Schlitz a_1 in Fach I und füllt dasselbe, wobei sich die Trommel nur wenig bewegt. Ist Fach I vollständig gefüllt, so steigt der Spiegel in E und es fließt der Sprit durch a_2 in Fach II. Durch das seitliche Uebergewicht wird eine Drehung der Trommel in der Pfeilrichtung hervorgebracht. Dadurch sinkt der Schlitz a_2, während a_1 steigt, so daß nur Fach II gefüllt werden kann, während Fach I sich durch Schlitz b_1 in den Trog F entleert. Die Entleerung erfolgt, wenn einmal begonnen, schnell und kräftig, bis das Fach II anstelle des ersten steht. Ein Zählwerk, welches die Umdrehungszahl der Trommelwelle angiebt, mißt die Spritmenge nach dem Inhalt der Fächer.

Die zweite Aufgabe der Einrichtung — Messung der Menge des reinen Alkohols, welcher in dem durch die Meßtrommel fließenden Spiritus enthalten ist — wird wie folgt gelöst.

Außer dem Zählwerk für die Spiritusmenge ist fest auf der Trommelachse eine runde Scheibe G angebracht, auf deren Umfang die Rolle H aufliegt, welche

das Ende eines um die Achse J drehbaren Hebels K bildet. Die Scheibe G besitzt 3 Einschnitte (Kleeblattform), in deren einen die Rolle H einfällt, sobald die Trommel bei Entleerung eines Faches sich um 120° dreht; sie wird jedoch sofort wieder auf den Umfang der Scheibe G gehoben. Bei dieser Aufwärtsbewegung

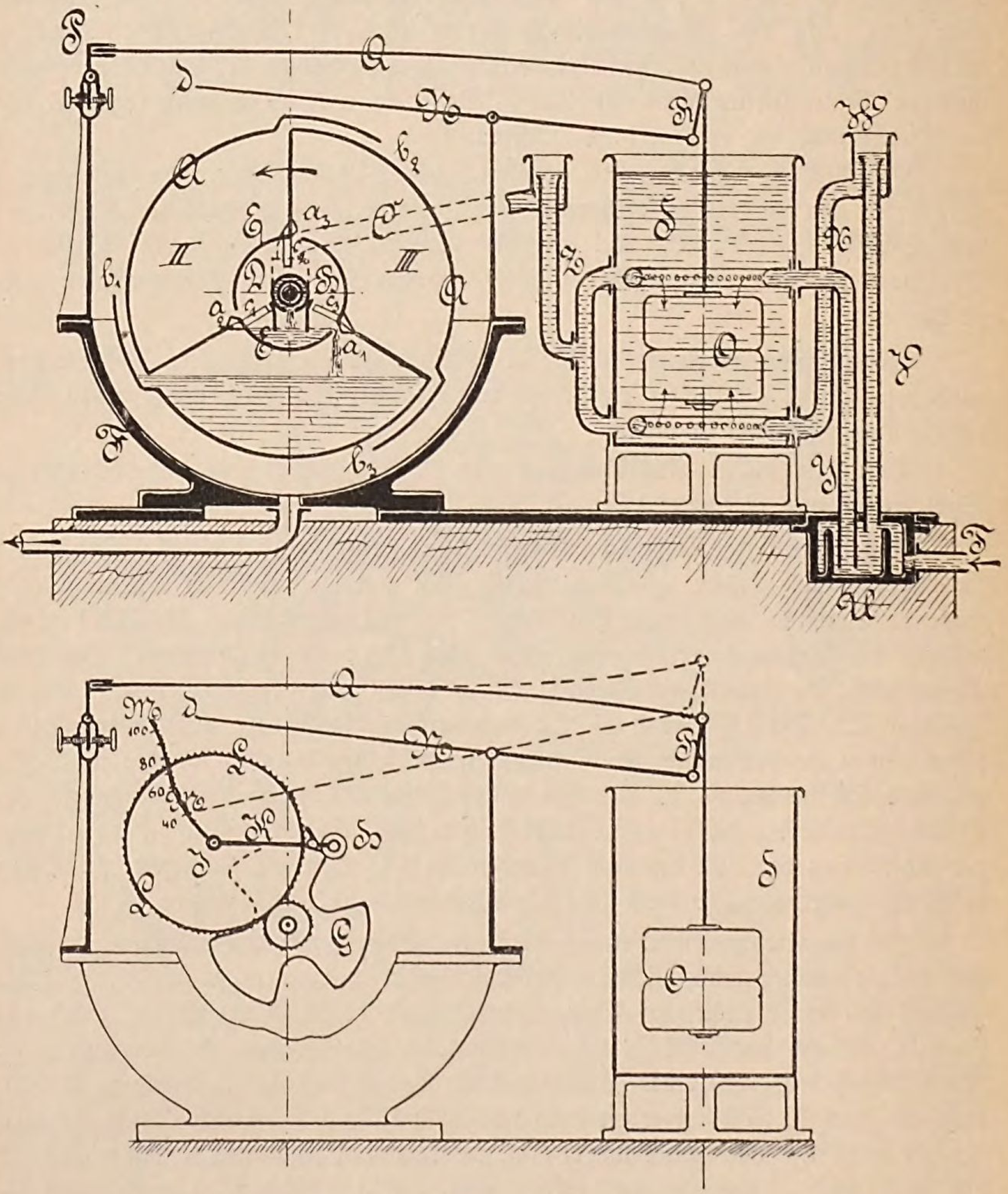


Fig. 3. Spritmesser von Siemens.

nimmt der Hebel K das um J drehbare Rad L durch ein Kugelgesperre mit (in der Zeichnung schematisch durch eine Klinke ersetzt). Offenbar dreht sich das Rad L umsomehr, je größer die Drehung des Hebels K ist. Die Drehung des Rades L wird entsprechend auf ein Zählwerk übertragen. Die Tiefe des Einfallens der Rolle H in den Einschnitt wird aber begrenzt durch Anstoßen der mit dem Hebel K fest verbundenen Kurve M an die Spitze d des Hebels N.

Die Hebelspitze d wird entsprechend dem spezifischen Gewichte des zu messenden Sprites gestellt durch das Alkoholometer. Dasselbe besteht aus einem Körper O, welcher an einer bei P eingespannten elastischen Feder Q aufgehängt ist. Wird der Körper O in Spiritus getaucht, so erhält er einen dem spezifischen Gewicht der Flüssigkeit entsprechenden Auftrieb, wodurch die Feder entlastet wird. (In reinem Alkohol ist die Entlastung am geringsten.) Die durch Veränderung des Auftriebes hervorgebrachte Bewegung des Federendes wird durch Verbindungsglied R auf den Hebel N übertragen, an dessen Spitze d die Kurve M anstößt. Die Kurve M muß nun derart geformt sein, daß bei einer bestimmten, dem spezifischen Gewicht des Spiritus entsprechenden Stellung der Spitze d die Bewegung des Rades L, dem Gehalt des Spiritus an reinem Alkohol entsprechend ist, dann giebt das von Rad L betriebene Zählwerk die Menge des reinen Alkohols an.

Das Alkoholometer muß zu diesem Zwecke stets das mittlere spezifische Gewicht des durchfließenden Sprites angeben. Würde der Branntwein mit Hilfe gewöhnlicher Zu- und Abflußröhren durch das Gefäß S geführt, so wäre es unvermeidlich, daß bei wechselndem Gehalt Schichten von verschiedenen spezifischen Gewichten vorhanden wären, was fehlerhafte Angaben bewirken würde. Um dies zu vermeiden, wird der Spiritus auf folgende Art gemischt.

Nachdem der zu messende Sprit ein Friesfilter durchlaufen hat, um mechanische Verunreinigungen zurückzuhalten, tritt er durch Rohr T in ein Gefäß U (die Dose) ein, welches bewirkt, daß der hochprozentige (leichtere) Sprit durch Rohr V in das Becken W und von diesem durch das Rohr X in die untere gelochte Schlange, der niedrig prozentige (schwerere) durch Rohr Y unmittelbar in die obere Schlange fließt. Da hier die schwerere Flüssigkeit immer oben, die leichtere unten zugeführt wird, so findet im Gefäß S eine fortwährende Mischung statt. Der Abfluß des Sprites erfolgt durch das Rohr Z unter Vermittelung eines Beckens in das Rohr C, welches ihn zur Meßtrommel führt.

Damit die Angaben bei jeder Temperatur brauchbar sind, ist der Körper O aus dünnem Blech hergestellt und mit Spiritus von 95 Vol.-Proz. gefüllt, wodurch selbst die Raumveränderung der Trommelfächer bei wechselnder Temperatur genügend ausgeglichen wird.

Die Gasuhr. (Fig. 4.) Die Bezahlung für verbrauchtes Leuchtgas erfolgt nach der verbrannten Menge, welche durch Gasmesser angegeben wird.

Eine äußerst große Verbreitung besitzt die „nasse Gasuhr" von Clegg und Crosley, welche deshalb kurz beschrieben werden soll.

Das Leuchtgas tritt durch den Absperrhahn A von der Hauptleitung in einen Raum B, aus welchem es, sobald das Kegelventil C geöffnet ist, in die Kammer D eintritt. Das Ventil C wird durch einen Schwimmer gehoben und erst dann geschlossen, sobald der Wasserspiegel der Kammer D soweit sinkt, daß die Angabe der Uhr würde fehlerhaft werden. Von der Kammer D gelangt das Gas durch das Gabelrohr E in die eigenartig geformten Zellen der Trommel F. Durch das allmähliche Füllen der Zellen wird eine Drehung der Trommelachse hervorgebracht. Die Umdrehungszahl wird durch das Schneckenrad H von dem Zählwerke J angezeigt.

Zwischen der Zahl der Umdrehungen und der durch die Uhr geströmten Gasmenge herrscht eine konstante Beziehung, welche durch Aichung bestimmt werden muß. Das aus den Zellen in das Gehäuse Q austretende Gas verläßt die Uhr durch den Hahn P. Der Wasserspiegel wird in Kammer D und Gehäuse Q durch das Rohr E auf einer bestimmten Höhe gehalten und läuft bei weiterem Zugießen durch dasselbe in die Kammer K, füllt diese zum Teil und läuft durch das Rohr L in die unterste Kammer. Ist durch Verdunsten u. s. w. der Wasserspiegel so weit gesunken, daß der Schwimmer schließt (also die Uhr versagt), so hat man nur die beiden Schrauben Q und N zu öffnen und bei O so lange Wasser einzugießen, bis es bei N herausfließt. Die mittlere Kammer K ist bei neueren Uhren deshalb angewandt, damit stets ein Gasabschluß mit Wasser vorhanden ist, der nicht von außen zum Zweck der Unterschlagung entfernt werden kann. Ist die Gasuhr Temperaturen unter 0° ausgesetzt, so nimmt man als Sperrflüssigkeit Glyzerin statt Wasser.

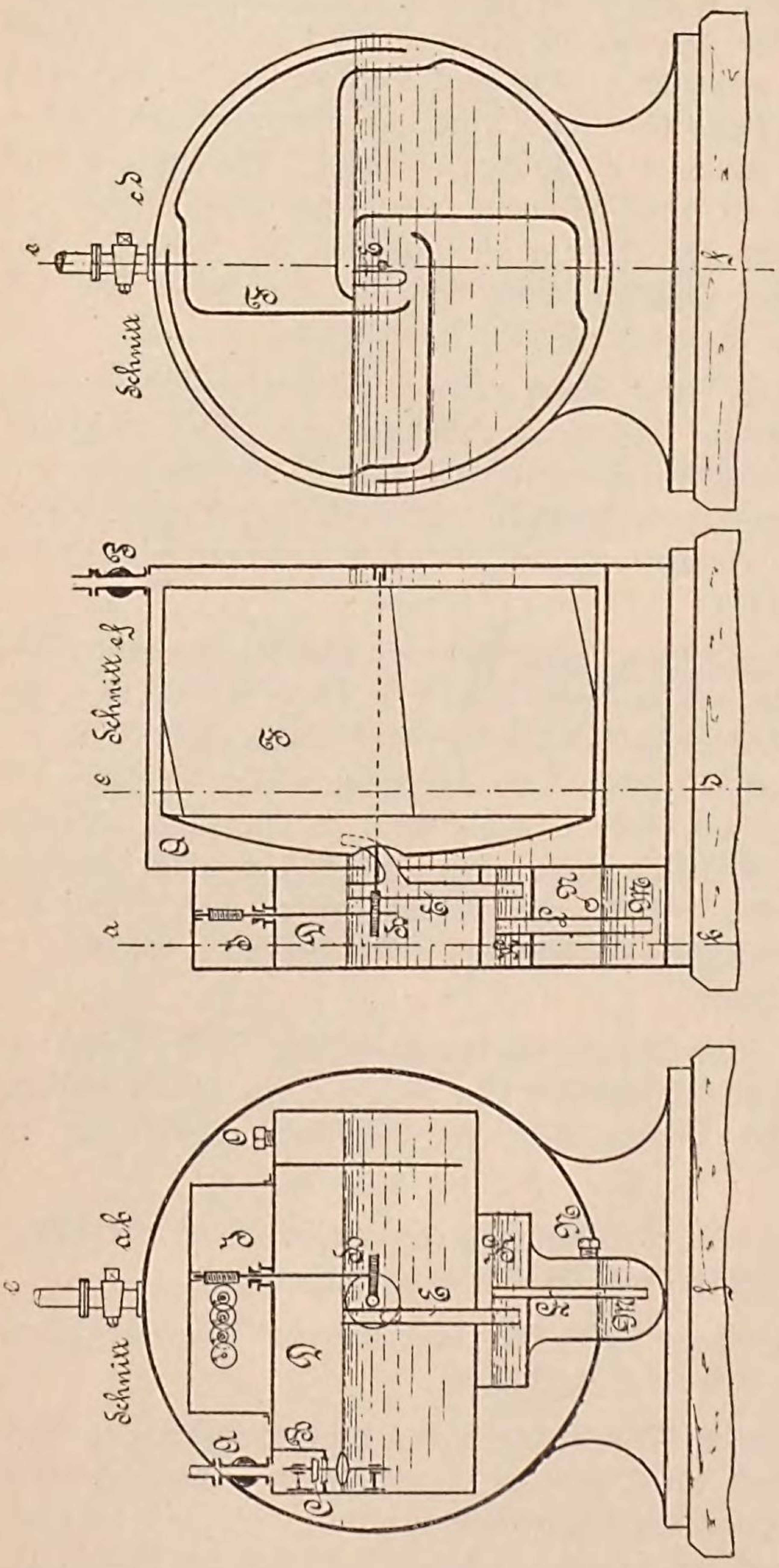


Fig. 4. Gasuhr.

Außer der nassen Gasuhr giebt es auch „trockene“, von denen die Ausführung von Glover (1867), mittels Membrankolben aus Leinwand (durch gerbsauren Leim dicht gemacht) an Genauigkeit der nassen gleichkommt.

Manometer sind Einrichtungen zum Messen der Druckkräfte von gasförmigen und flüssigen Körpern.

Als Einheit des Druckes gilt die Atmosphäre, d. h. das Gewicht der Luftsäule, welche über 1 qcm Meeresspiegel steht. Dieses Gewicht, welches zuerst Toricelli durch das Gewicht einer Quecksilbersäule (mittels des Barometers) bestimmte, ist aber je nach der Luftdichte (Witterung) verschieden. Man hat nun allgemein eine Quecksilbersäule von 760 mm als Normalbarometerstand angenommen, woraus sich der Druck auf 1 qcm (unter Annahme eines spez. Gewichtes für Quecksilber von 13,59) ergiebt zu 76 . 13,59 = 1033 g = 1,033 kg.

Den Druck 1,033 kg auf 1 qcm nennt man eine (alte) „Atmosphäre“ (1 Atm.). Da nun der Normalbarometer ganz willkürlich zu 760 mm angenommen wurde, so ist es ganz gerechtfertigt, daß die Technik annimmt, 1 (neue) Atmosphäre ist der Druck von 1 kg auf 1 qcm; die zugehörige Quecksilbersäule ist $\frac{1000}{13,59} = 73,55$ cm.

Man unterscheidet demnach:

1 Atm. (alt) = 760 mm Quecksilbersäule = 10,33 m Wassersäule
1 Atm. (neu) = 735,5 mm „ = 10 m „

Ist demnach der Druck eines luftförmigen oder flüssigen Körpers in einem Gefäß p Atm., so wird jeder qcm der inneren Gefäßwand mit p kg gedrückt (absoluter Druck); jeder qcm der Außenseite des Gefäßes wird mit 1 kg gedrückt; der „Ueberdruck“ ist deshalb (p—1) kg. Die Atmosphärenspannung wird am sichersten durch eine Flüssigkeitssäule (Quecksilber für hohe Spannungen, Wasser für niedere) angegeben.

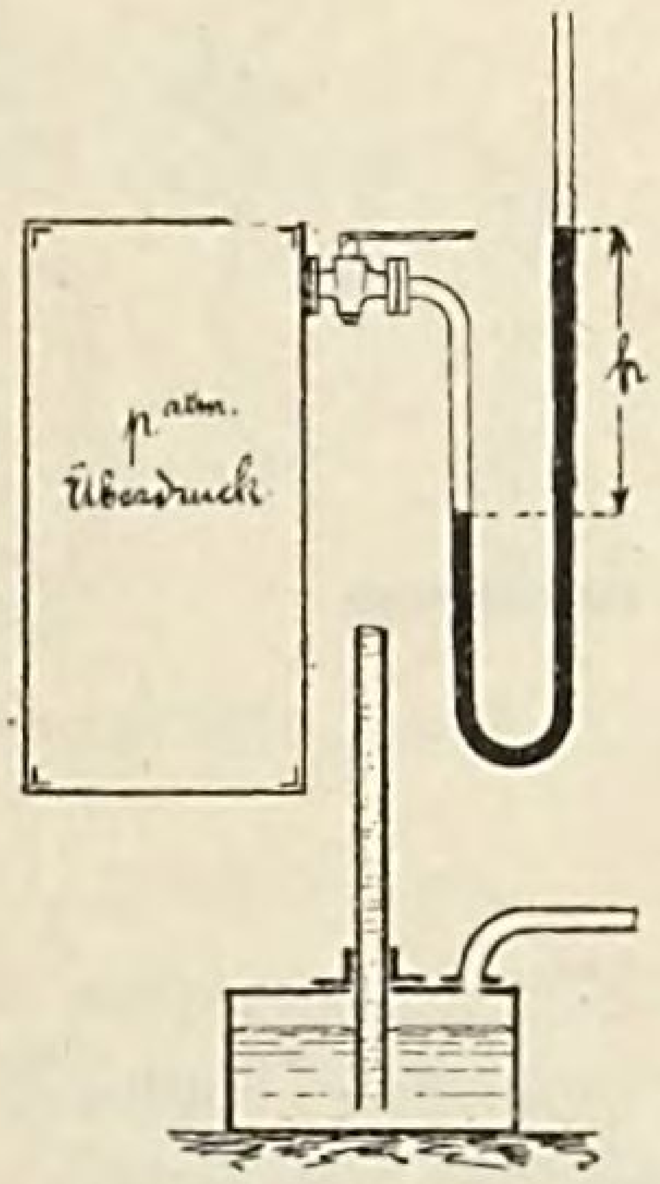


Fig. 5. Manometer.

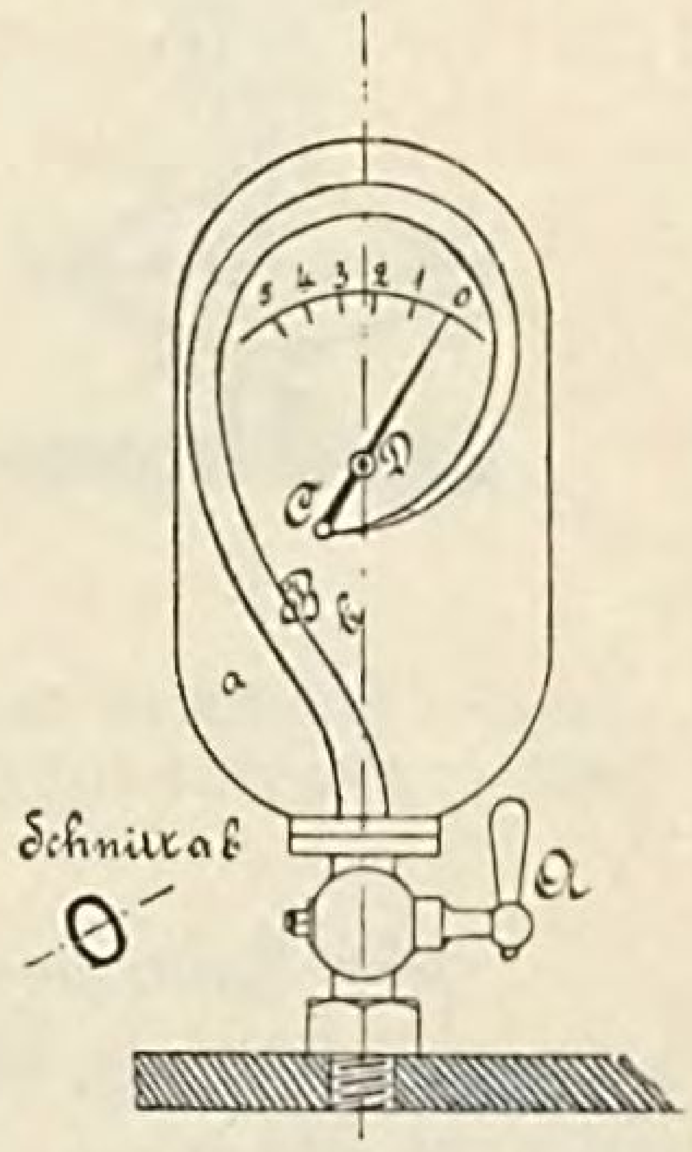


Fig. 6. Manometer von Bourdon.

Die Spannung in einem Gefäß halte in einer U förmig gebogenen Glasröhre, einer Quecksilbersäule von h cm Höhe das Gleichgewicht. (Fig. 5). Der Ueberdruck p in neuen Atmosphären kann durch folgende Gleichung gefunden werden: $73,55 : 1 = h : p$ woraus $p = \frac{h}{73,55}$ Atm.

Da die offenen Quecksilbermanometer bei höherem Drucke sehr lang und teuer werden, die geschlossenen zu ungenaue Angaben machen, so wendet man jetzt allgemein Metallmanometer an, bei welchen die Druckänderung durch die Formveränderung elastischer Körper angezeigt wird.

Manometer von Bourdon (Schinz). (Fig. 6.)

Die zu messende Spannung wirkt bei geöffnetem Hahn A auf eine gebogene Röhre B von elliptischem Querschnitt. Bei Erhöhung des Druckes nähert sich der Querschnitt der Kreisform, wodurch das Rohr sich streckt. Die dadurch entstehende Bewegung des freien Endes C wird durch einen Zeiger D auf eine Teilung übertragen.

Manometer von Schäffer & Budenberg. (Fig. 7.)

Zwischen 2 schalenförmigen Deckeln A und B ist eine gewellte, federnde Stahlplatte eingespannt, auf welche die zu messende Spannung wirkt. Die hervorgebrachte Durchbiegung wird mittels der Stange D auf einen Winkelhebel E übertragen, dessen einer Schenkel als gezahntes Radsegment ausgeführt ist, und im Eingriff steht mit einem Rädchen F, bei dessen Drehung ein Zeiger G auf einer Teilung sich bewegt. — Unter der Metallplatte C ist eine Gummiplatte angebracht, welche lediglich den Zweck hat, eine direkte Berührung der Flüssigkeit mit der Metallplatte und die dadurch herbeigeführte Verrostung zu verhindern.

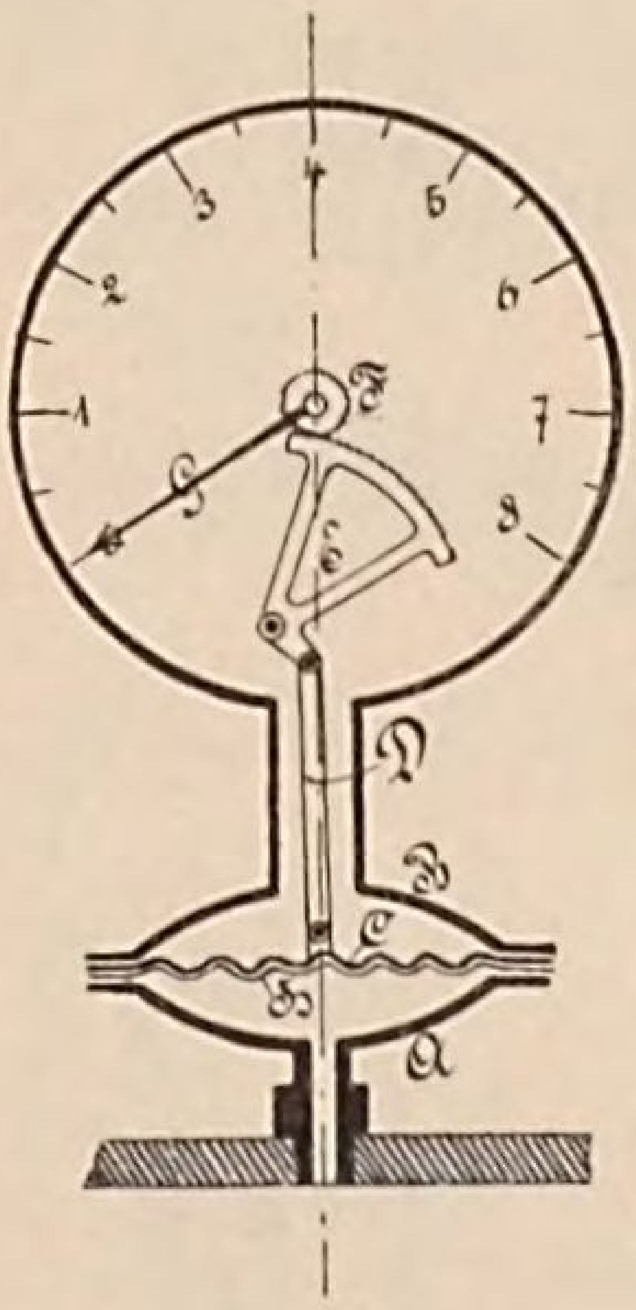


Fig. 7. Manometer von Schäffer & Budenberg.

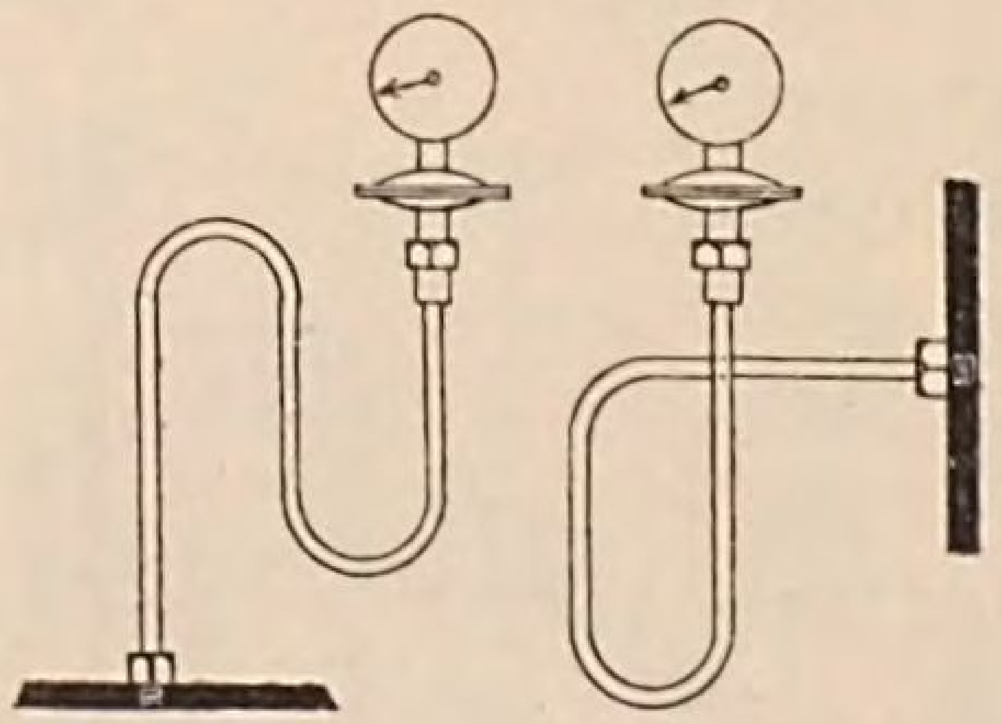


Fig. 8. Metallmanometer.

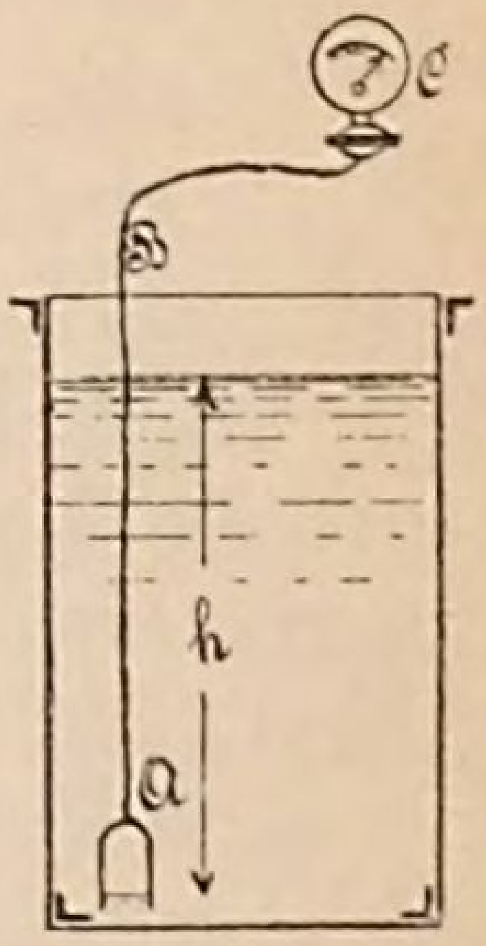


Fig. 9. Hydrometer.

Für Anbringung der Metallmanometer ist sehr zu empfehlen, dieselben mittels gebogener Röhren (Fig. 8) mit dem Dampfkessel zu verbinden. Es schlägt sich durch Ausstrahlung der Dampf in den Röhren zu Wasser nieder, welches sich abkühlt und dadurch den Temperaturwechsel des Dampfes für die Manometerangabe unschädlich macht. Die Skalen der Metallmanometer werden durch Vergleich mit dem offenen Quecksilbermanometer hergestellt, und geben (mit Ausnahme der französischen) „Ueberdruck“ an.

Das Hydrometer (Fig. 9) hat den Zweck, den Stand von Flüssigkeiten in Gefäßen auf weitere Entfernungen (bis zu 100 m) anzugeben.

Auf dem Grunde des Gefäßes befindet sich eine mit Luft gefüllte Glocke A, von welcher ein dünner hohler Kupferdraht B fortläuft. An jener Stelle, an welcher der Flüssigkeitsstand angegeben werden soll, wird die drahtförmige Röhre mit einem Manometer C verbunden. Da die Luft in der Glocke unter dem Druck der Wassersäule h steht, so entspricht 1 m Wasserhöhe einer Manometerangabe 0,1 Atm.

Das Sicherheitsventil (Fig. 10) hat den Zweck, selbstthätig die Spannung in einem Gefäß über ein bestimmtes Maß nicht steigen zu lassen. Dasselbe ist meist ein durch Federn oder Gewichte belastetes Ventil, welches geöffnet wird, sobald die Spannung größer wird, als durch die Belastung beabsichtigt ist, und so viel von dem gasförmigen oder flüssigen Körper ausströmen läßt, bis die festge-

setzte, höchste Spannung wieder erreicht ist. — Eine empfehlenswerte Ausführung zeigt Fig. 10. Der Ventilsitz A soll möglichst schmal (2 bis 3 mm) gemacht werden. (Leichtere Dichtung, geringere Flächenanziehung). Die Stelle B, an welcher die Belastung das Ventil andrückt, soll 1) unterhalb der Sitzfläche A liegen, damit

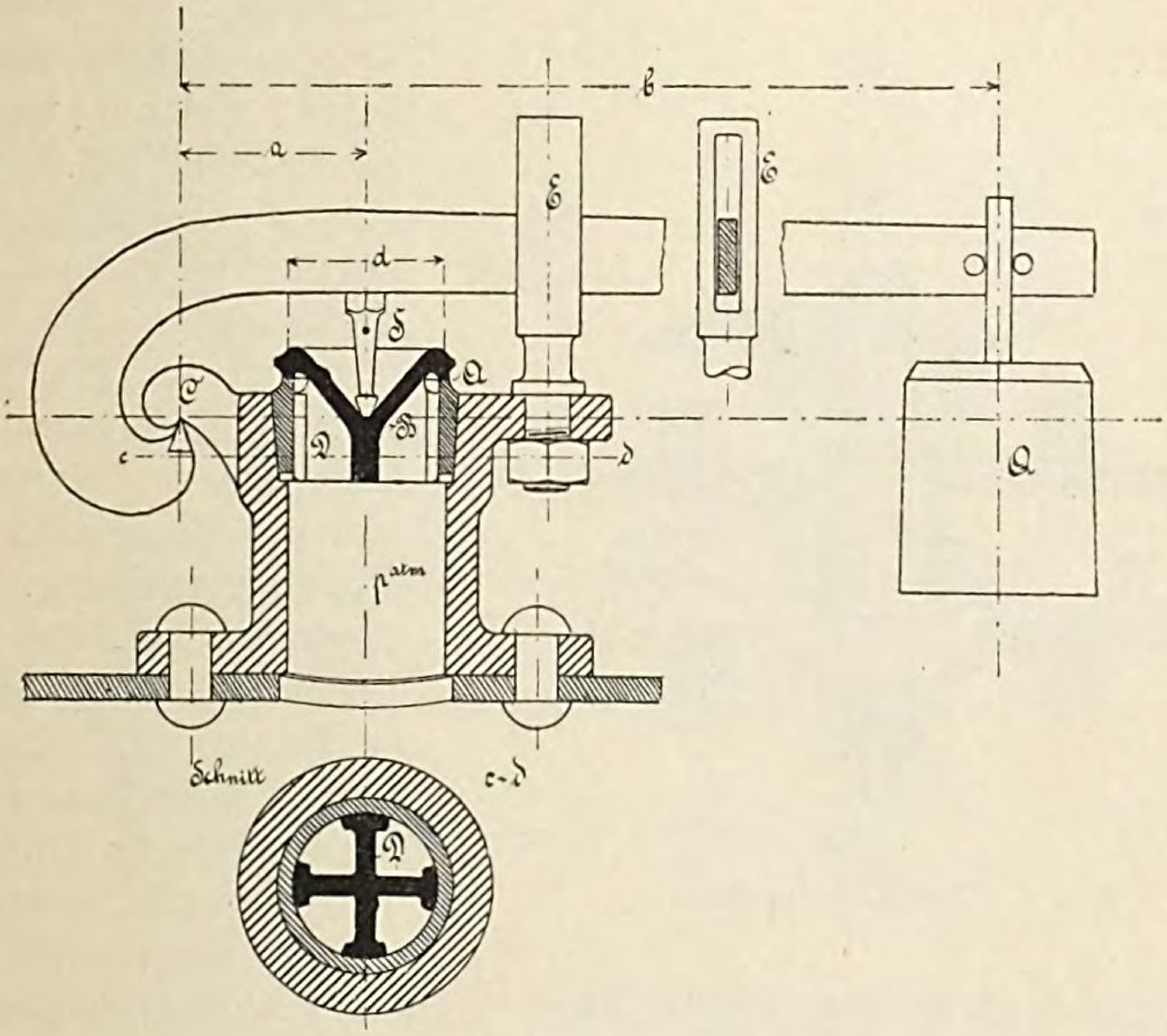


Fig. 10. Sicherheitsventil.

ein Umkippen des Ventils und die dadurch bedingte Reibung der Führungsrippen D vermieden wird, 2) in der gleichen Höhe wie der Drehpunkt C liegen, um beim Heben die geringsten Aenderungen der Hebelverhältnisse zu haben. Die Führung E verhindert seitliche Schwankungen des Belastungshebels F und eine zu große Erhebung des Ventiles. Der mittlere Ventildurchmesser sei d cm, das Belastungsgewicht Q kg, das Gewicht des Hebels und des Ventiles sei zusammen G kg*), der größte zulässige Ueberdruck p Atm., so besteht bei den in Fig. 10 eingeschriebenen Hebellängen die Gleichung:

$$\frac{d^2\pi}{4}\,p = \frac{b}{a}\,Q + G.$$

Druckminderungs- oder Reduzierventile haben den Zweck, die Spannung von flüssigen, meist aber von gasförmigen Körpern in eine geringere zu verwandeln. Fig. 11 zeigt die Ausführung von Klein, Becker & Schanzlin, welche sich bewährt hat. Die Seite A ist mit dem zur Verfügung stehenden zu vermindernden Druck in Verbindung. Die gespannte Substanz tritt

*) Es wird angenommen, daß der Schwerpunkt des Hebels S über den Druckpunkt B fällt.

tritt in der gezeichneten Lage durch die Oeffnungen B der Hohlspindel C auf die Seite D. Ist hier der Druck auf den Querschnitt der Spindel (ein Kreis mit dem Durchmesser d) größer als das Gewicht der lotrechten Spindel, sowie der Druck, den das Hebelgewicht und die Belastungen auf die Spindel ausüben, so wird die Spindel C gehoben, wodurch die Löcher B zugedeckt und ein weiteres Nachdringen der hochgespannten Substanz verhindert wird. Sinkt durch Verbrauch der Druck in D, so senkt sich die Hohlspindel, um durch die Oeffnungen B so lange hochgespannte Substanz nachströmen zu lassen, bis der gewünschte Druck wieder eintritt. Der Raum oberhalb der Spindel ist mit der Atmosphäre durch die Oeffnung F in Verbindung. Das Rohr H führt zu einem Manometer, welches den verminderten Druck angiebt.

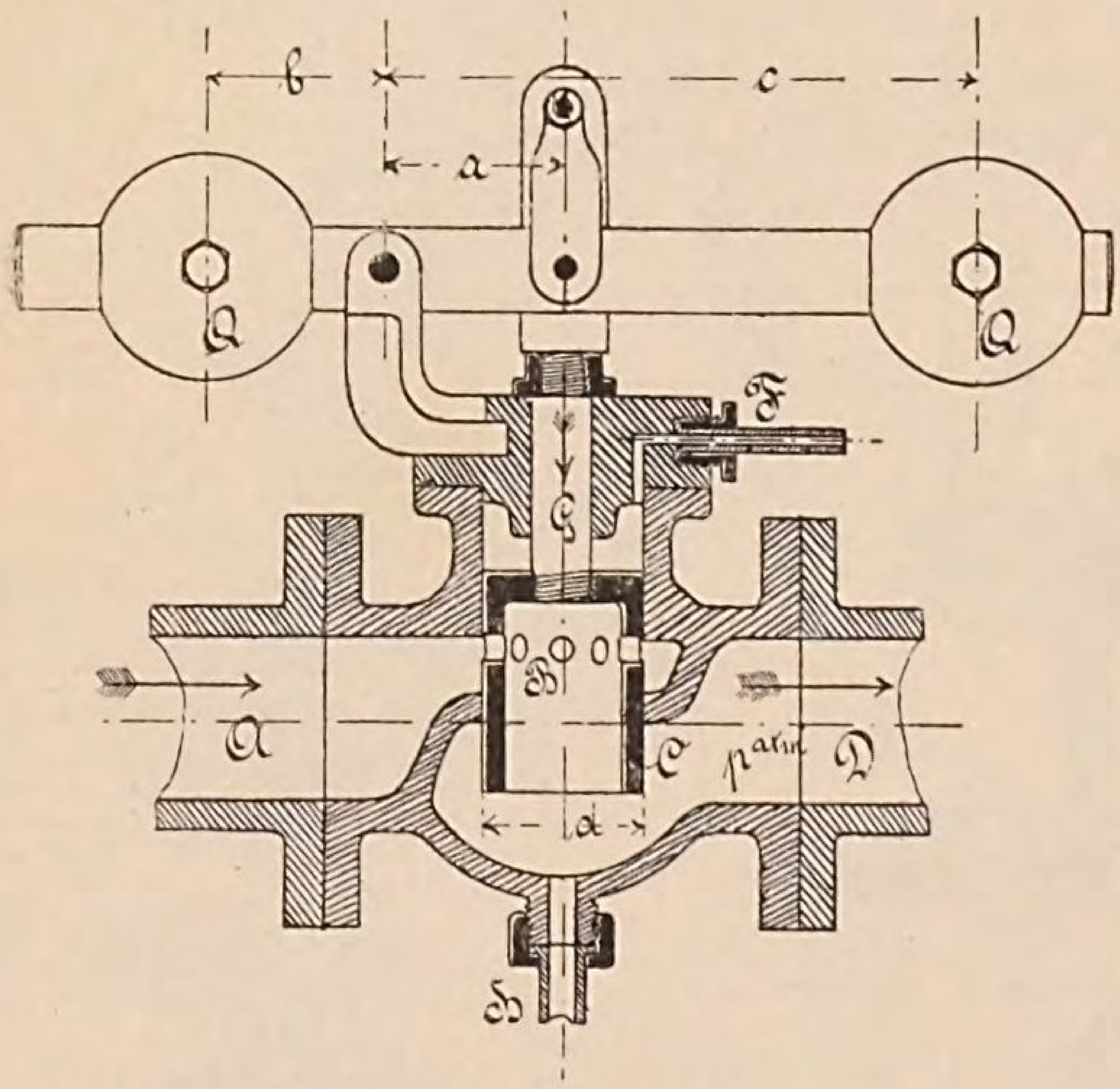


Fig. 11. Druckminderungsventil.

Es sei die Summe der Eigengewichte von der mittleren beweglichen Spindel sowie des Hebels gleich G kg, die beiden Belastungsgewichte Q kg und der gewünschte Ueberdruck auf Seite D gleich p Atm., so besteht bei den in Fig. 11 eingezeichneten Hebellängen die Gleichgewichtsbedingung:

$$\frac{d^2\pi}{4}\, p = G + Q\,\frac{c - d}{a}.$$

Kraftmaschinen oder Motoren.

Von denselben soll nur die verbreitetste, nämlich die Dampfmaschine, einer Beschreibung unterzogen werden, während die Luft-, Wasser- und Gasmotoren, sowie die Heißluftmaschinen übergangen werden.

Die Dampfmaschine hat die Aufgabe, die Spannkraft des gesättigten Wasserdampfes in nützliche Arbeit umzuwandeln, was am vorteilhaftesten durch einen hin- und hergehenden Kolben geschieht. (Fig. 12.)

Im Zylinder Z schleift der Kolben K möglichst dampfdicht.

Die beiden Endflächen sind durch den vorderen und hinteren Deckel (D_v und D_h) geschlossen. Die Kolbenstange S, durch welche die Arbeit nach außen abgegeben wird, ist durch die Stopfbüchse B abgedichtet.

Die Endlagen des Kolbens seien I und III, ihre Entfernung sei s Meter und wird „Hub" genannt.

An den Enden des Zylinders befinden sich die Einlaßorgane 1 und 2, sowie die Auslaßorgane 3 und 4.

In Bezug auf die Wirkung des Dampfes im Zylinder unterscheidet man

vier Zeitabschnitte (Perioden), deren Wesen durch eine Schaulinie (Diagramm) klar gemacht wird. Diese Linie entsteht, wenn zu jeder Kolbenstellung als Abszisse der Druck auf einer Kolbenseite (in Fig. links) als Ordinate aufgetragen wird.

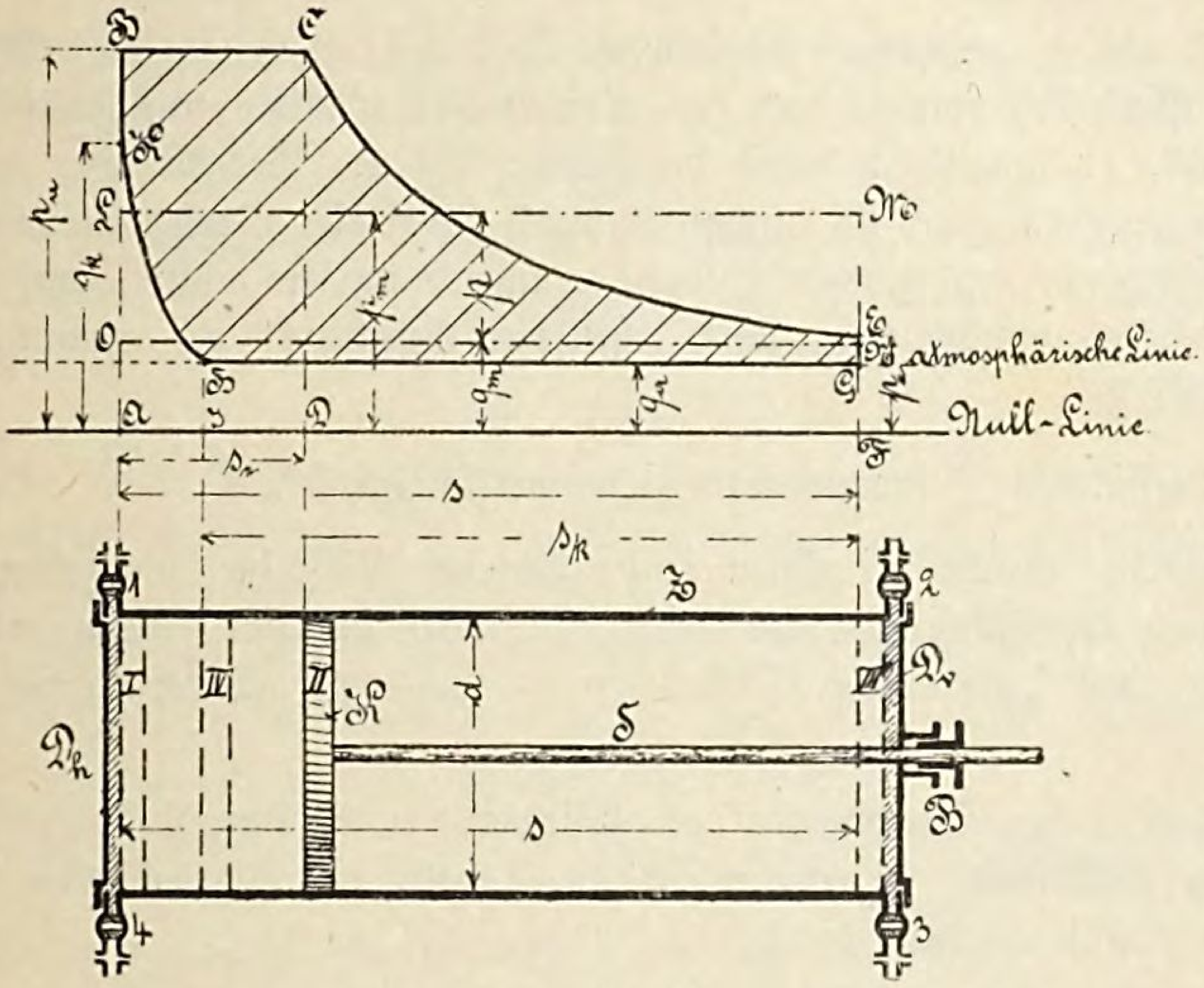


Fig. 12.

I. Admission oder Einströmung.

1 und 3 geöffnet; 2 und 4 geschlossen. Kolbenweg I bis II gleich s_e Meter. Der Dampfdruck bleibt gleich der durch die Kesselspannung zur Verfügung stehenden Anfangsspannung p_a. Die Arbeit, welche durch den Dampf geleistet wird, ist dargestellt durch Rechteck ABCD.

II. Expansion oder Ausdehnung.

3 geöffnet; 1, 2 und 4 geschlossen. Kolbenweg II bis III gleich $(s—s_e)$ Meter. Der Dampfdruck nimmt annähernd nach dem Mariotte'schen Gesetz von p_a auf p_e ab. $(p_a : p_e = s : s_e.)$ Die Arbeit wird dargestellt durch die Fläche CEFD.

Die Fläche ABCEF stellt die Arbeit dar, welche vom Dampf auf der linken Zylinderseite geleistet wird. Derjenige Druck, welcher gleichmäßig während des ganzen Hubes wirken müßte, um die gleiche Arbeit zu leisten, heißt der mittlere Vordruck p_m.

Rechteck ALMF = ABCEF.

Das Verhältnis $\frac{s_e}{s}$ nennt man „Füllung".

III. Emission oder Auspuff.

1 und 3 geschlossen; 4 geöffnet, 2 anfangs geöffnet, später geschlossen; Kolbenweg III bis IV gleich s_k Meter. Der Druck ein wenig größer als in dem Raume,

in welchen der Dampf ausströmt. (In der Zeichnung ist Atmosphärendruck angenommen.) Die Arbeit, welche geleistet werden muß zur Ueberwindung dieses Druckes, ist dargestellt durch FGHI.

IV. Kompression oder Zusammenpressung.

1, 2, 3 und 4 geschlossen, Kolbenweg IV bis I gleich $(s-s_k)$ Meter. Der Druck steigt allmählich von q_a auf q_k. Die Arbeit, welche zum Zusammenpressen verwendet wird, ist dargestellt durch die Fläche IHKA. Die Arbeit, welche durch den Rückdruck verloren geht, ist dargestellt durch AKHGF. Derjenige Druck, welcher gleichmäßig während des ganzen Hubes hemmend wirken mußte, um die gleiche Rückdruckarbeit hervorzubringen, wird „mittlerer Rückdruck" q_m genannt. Rechteck AONF = AKHGF.

Das Verhältnis $\frac{s_k}{s}$ nennt man „Kompressionsgrad".

Die Arbeit, welche bei einem Hube von der Maschine abgegeben wird, ist dargestellt durch die Fläche BCEGHKB; sie wird geleistet, wenn während des ganzen Hubes der „mittlere Druck" $p = p_m - q_m$ gleichmäßig abgegeben würde.

Bezeichnet d den Durchmesser des Zylinders, n die Anzahl Doppelhube (Umdrehungen) in 1 Minute, so ergiebt sich die Anzahl der Pferdestärken, welche die Maschine theoretisch abgeben könnte,

$$N_t = 3{,}49\ d^2 \cdot s \cdot n \cdot p.$$

Für ein und dieselbe Maschine ist d und s gleich und soll n gleich sein, p ist jedoch nach der Arbeitsverrichtung verschieden.

Bestimmung des „mittleren Druckes". Durch eine sinnreiche Vorrichtung (Indikator) zeichnet die Maschine die in Fig. 12 angegebene Schaulinie selbst auf, aus welcher der „mittlere Druck" genau berechnet werden kann.

Für den Laien genügt aber folgende Bestimmung:

$$p = p_m - q_m.$$

Der „mittlere Vordruck" ist abhängig von der Füllung und vom Anfangsdruck p_a.

$p_m = k\,p_a$, wobei k ein Koeffizient ist, der von der Füllung abhängt und aus folgender Tabelle entnommen werden kann.

$\frac{s_e}{s}$	1/15	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	3/10	1/3	4/10	1/2	6/10	2/3	7/10	3/4	8/10	9/10
k	0,323	0,359	0,374	0,392	0,413	0,439	0,470	0,509	0,559	0,626	0,685	0,720	0,781	0,856	0,912	0,940	0,952	0,967	0,980	0,995

Bezeichnet p_a den Anfangsdruck, p_k den Kesseldruck,

so ist $p_a = 0{,}99\ p_k$ bis $0{,}8\ p_k$;
$= 0{,}9\ p_k$ (im mittel),

je nachdem die Dampfleitung lang und isoliert ist.

Bei Bestimmung des mittleren Rückdruckes q_m muß berücksichtigt werden, daß derselbe dadurch vermindert werden kann, daß man den Cylinder während des

Auspuffes mit einem Raume (dem Kondensator) in Verbindung bringt, in welchen kaltes Wasser fein verteilt gespritzt wird. Dadurch wird der Dampf zu Wasser, niedergeschlagen, wodurch der Rückdruck unter den Atmosphärendruck sinkt.

Das Einspritz- und Niederschlagwasser, sowie die infolge der Druckerniedrigung austretenden Dämpfe und Gase werden durch die „Luftpumpe" entfernt.

Das Einspritzwasser beträgt (bei Grundwassertemperatur 10 ° C) im mittel das 25fache Gewicht des von der Dampfmaschine verbrauchten Dampfes.

Der „mittlere Rückdruck" q_m beträgt für:

Maschinen mit Kondensation 0,15 bis 0,33 Atm., im mittel 0,25 kg,
" ohne " 1) mit längerer Dampfableitung 1,1 bis 1,2 Atm.
2) mit leichtem Dampfabfluß 1,05 bis 1,09 Atm.,
3) bei Lokomobilen 1,1 bis 1,3 Atm.

Beispiel. Eine Dampfmaschine vom Durchmesser d = 0,29 m, vom Hub s = 0,56 m soll in der Minute n = 70 Umdrehungen machen; dann ist die Leistung der Maschine beim mittleren Druck p Atm.

$$N_t = 3{,}49 \cdot d^2 s n p = 3{,}49 \cdot 0{,}29^2 \cdot 0{,}56 \cdot 70 \cdot p = 11{,}51 \cdot p \cdot \underline{\text{P.S.}}$$

Die Dampfmaschine erhalte den Dampf aus einem Kessel, dessen Manometer 7 Atm. zeigt und arbeite mit $^1/_8$ Füllung; es ist also

$$p_k = 8 \text{ Atm. } \frac{s_e}{s} = {}^1/_8,$$ wozu nach Tabelle k = 0,439 gehört.

Der Anfangsdruck ist bei mittlerer Dampfzuleitung

$p_a = 0{,}9 \cdot p_k = 0{,}9 \cdot 8 = 7{,}2$ Atm., so daß der mittlere Vordruck

$p_m = k \cdot p_a = 0{,}439 \cdot 7{,}2 = 3{,}16$ Atm. wird.

Die Maschine arbeite ohne Kondensation, dann kann der „mittlere Rückdruck" q_m angenommen werden zu:

$q_m = 1{,}1$ Atm., so daß der „mittlere Druck"

$p = p_m - q_m = 3{,}16 - 1{,}1 = 2{,}06$ Atm. ist.

Die Leistung der Maschine wäre $N_t = 11{,}51 \cdot 2{,}06 = 23{,}7$ P.S.

Würde die Maschine von einem Kessel mit 5 Atm. Ueberdruck betrieben, so würde der mittlere Vordruck sein

$p_m = k \cdot 0{,}9 \cdot p_k = 0{,}439 \cdot 0{,}9 \cdot 6 = 2{,}37$ Atm.,
der mittlere Rückdruck $q_m = 1{,}1$ "

$p = 1{,}27$ Atm., also demnach

die „indizierte" Leistung $N_t = 11{,}51 \cdot 1{,}27 = 14{,}6$ P.S.

Hubbegrenzung. Damit der Kolben die hin- und hergehende Bewegung genau ausführt, ist eine Hubbegrenzung nötig. Dieselbe wird fast allgemein durch die Kurbel ausgeführt, da mit derselben gleichzeitig die hin- und hergehende Bewegung in eine drehende verwandelt wird.

Die Verbindung von Kurbel und Kolbenstange kann auf verschiedene Arten ausgeführt werden:

1. Kurbelschleife. (Fig. 13.) Das Ende der Kolbenstange S ist als Gleitbahn C (Coulisse) ausgebildet, in der ein Gleitstück (Stein) verschiebbar ist, das für den Zapfen W der Kurbel U das Lager bildet.

2. Kurbel mit Gleitbahn. Fig. 14. Die Verbindung von Triebstange und Kolbenstange (welche Kreuzkopf oder Querhaupt genannt wird) wird in einer Gleitbahn geführt. Je größer das Verhältnis der Triebstangen- zur Kurbellänge, desto geringer ist der Druck des Kreuzkopfes auf die Gleitbahn und der dadurch hervorgerufene Reibungsverlust (mindestens 4 bis 6).

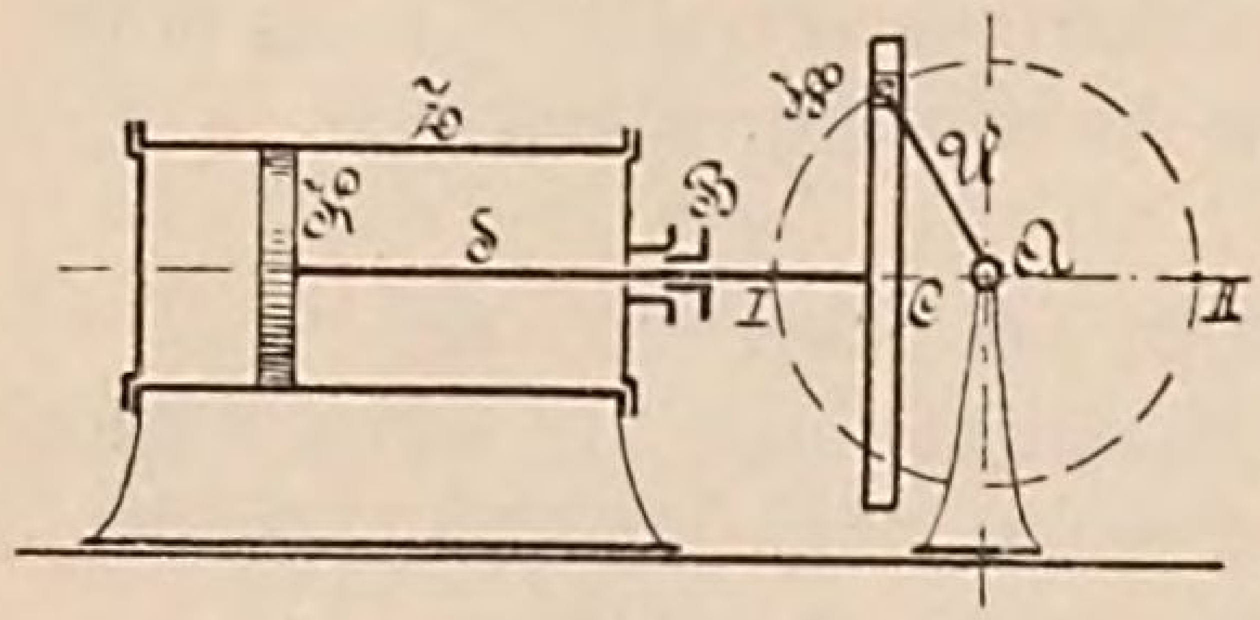


Fig. 13. Kurbelschleife.

3. Kurbel mit Schwinghebel oder Balancier. (Fig. 15.) Die Verbindung des Kurbelzapfens W mit der Kolbenstange S wird hergestellt durch den doppelarmigen Hebel H oder Balancier, die Triebstange T, sowie das Watt'sche Parallelogramm P, welches bezweckt, die Kolbenstange in der Axe des Zylinders zu führen.

4. Kurbel mit schwingendem (oszillierendem) Zylinder. (Fig. 16.) Das Ende der Kolbenstange S ist mit dem Kurbelzapfen W verbunden, sodaß der Zylinder bei der Drehung der Kurbel, um die an beiden Seiten befindlichen, wagerechten Zapfen L schwingt, welche in Lagern drehbar sind.

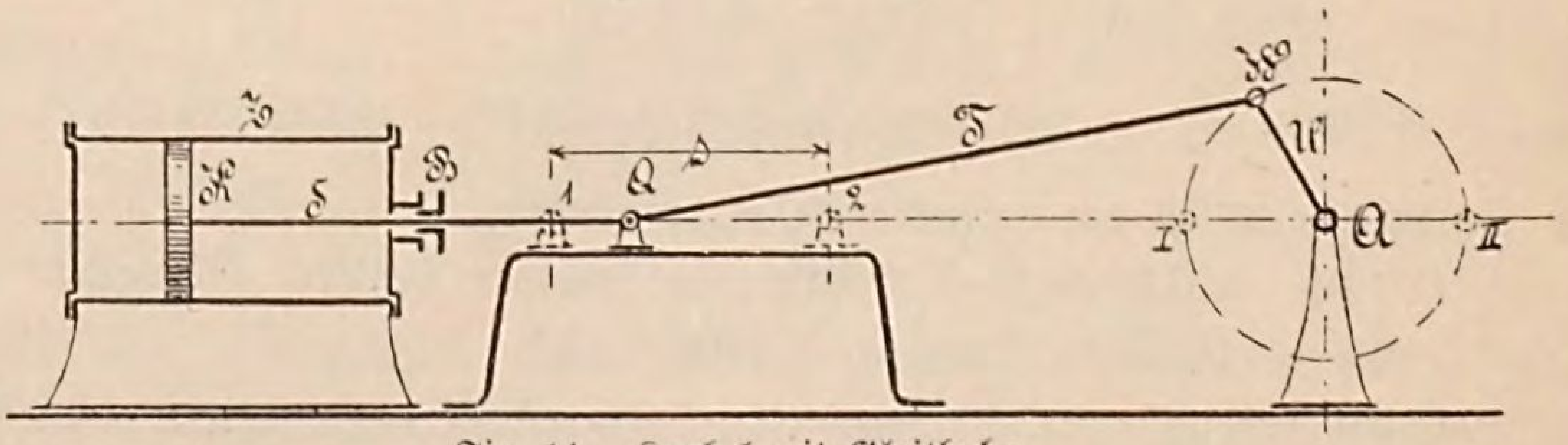


Fig. 14. Kurbel mit Gleitbahn.

Steuerung.

Die der Wirkung des Dampfes im Zylinder entsprechende Oeffnung und Schließung der Ein- und Auslaßorgane geschieht durch die Steuerung.

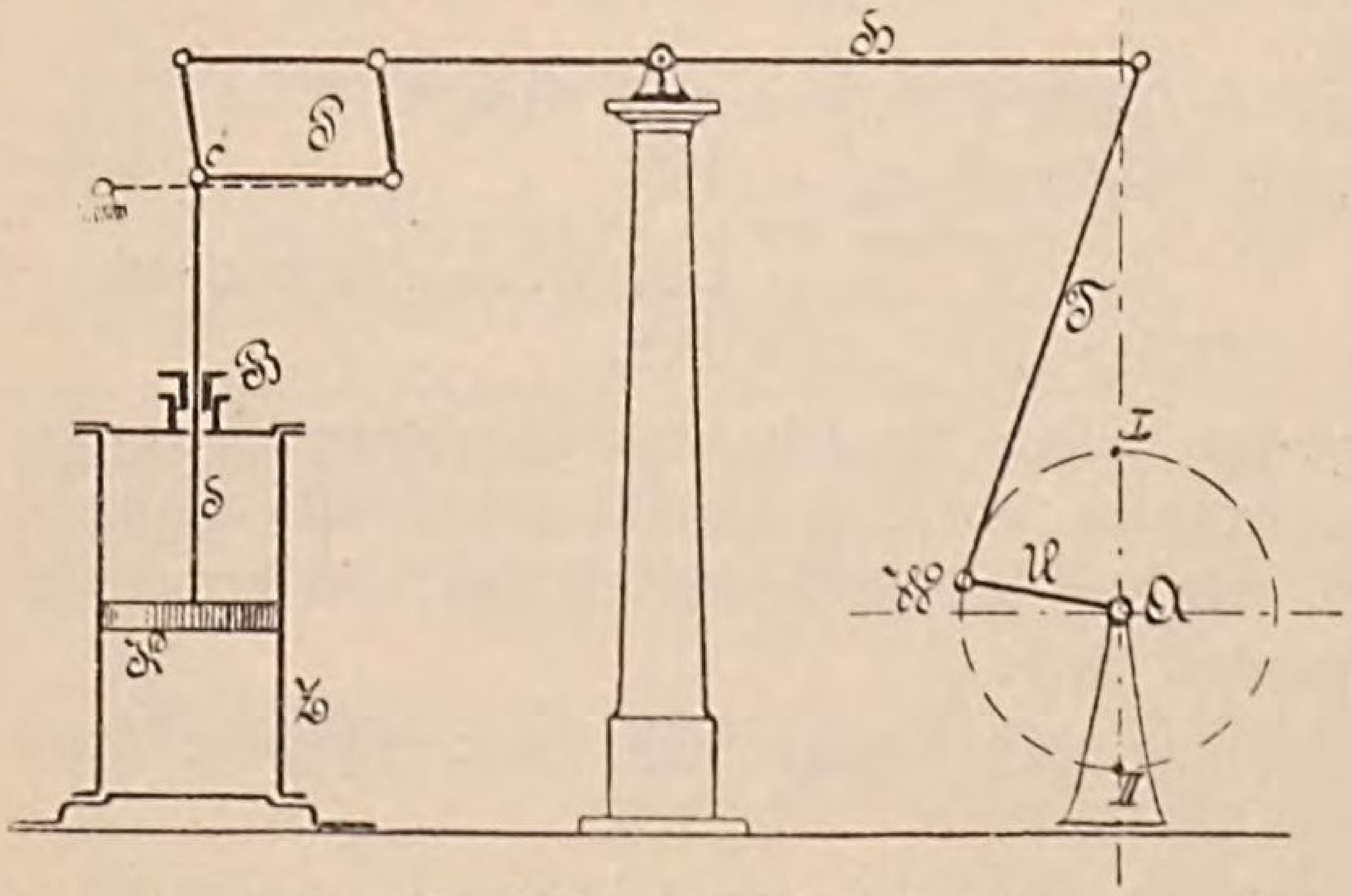


Fig. 15. Kurbel mit Schwinghebel.

Die Dampfverteilungsorgane können sein: 1) Schieber, 2) Ventile, 3) Hähne.

Der Muschelschieber ist die einfachste Steuerung. (Fig. 17.) Der Betriebsdampf strömt durch das Einlaßrohr A in den Schieberkasten K, von wo er durch den Kanal K_l auf die Zylinderseite links vom Kolben, durch Kanal K_r auf die Seite rechts davon eintreten kann, je nachdem der Muschelschieber S zu den Kanälen steht. Die Bewegung des Schiebers geschieht mittels der Schieberstange St durch ein Exzenter, das auf der Kurbelwelle entsprechend aufgekeilt ist. In der gezeichneten Lage strömt

der Dampf auf die linke Zylinderseite und bewegt den Kolben nach rechts. Der die rechte Seite erfüllende Dampf entweicht durch den Kanal K_r durch die Höhlung des Schiebers in das Auspuffrohr B, das denselben ins Freie oder zum Kondensator führt.

Diese einfache Steuerung hat als Hauptnachteil, daß die Füllung der Maschine während des Ganges nicht verändert werden kann.

Sobald die Füllung bei einer Schiebersteuerung veränderlich sein soll, so müssen zwei Schieber angewendet werden, der Verteilungs- und der Expansionsschieber. Von den vielen Ausführungen sollen nur die folgenden, typischen betrachtet werden.

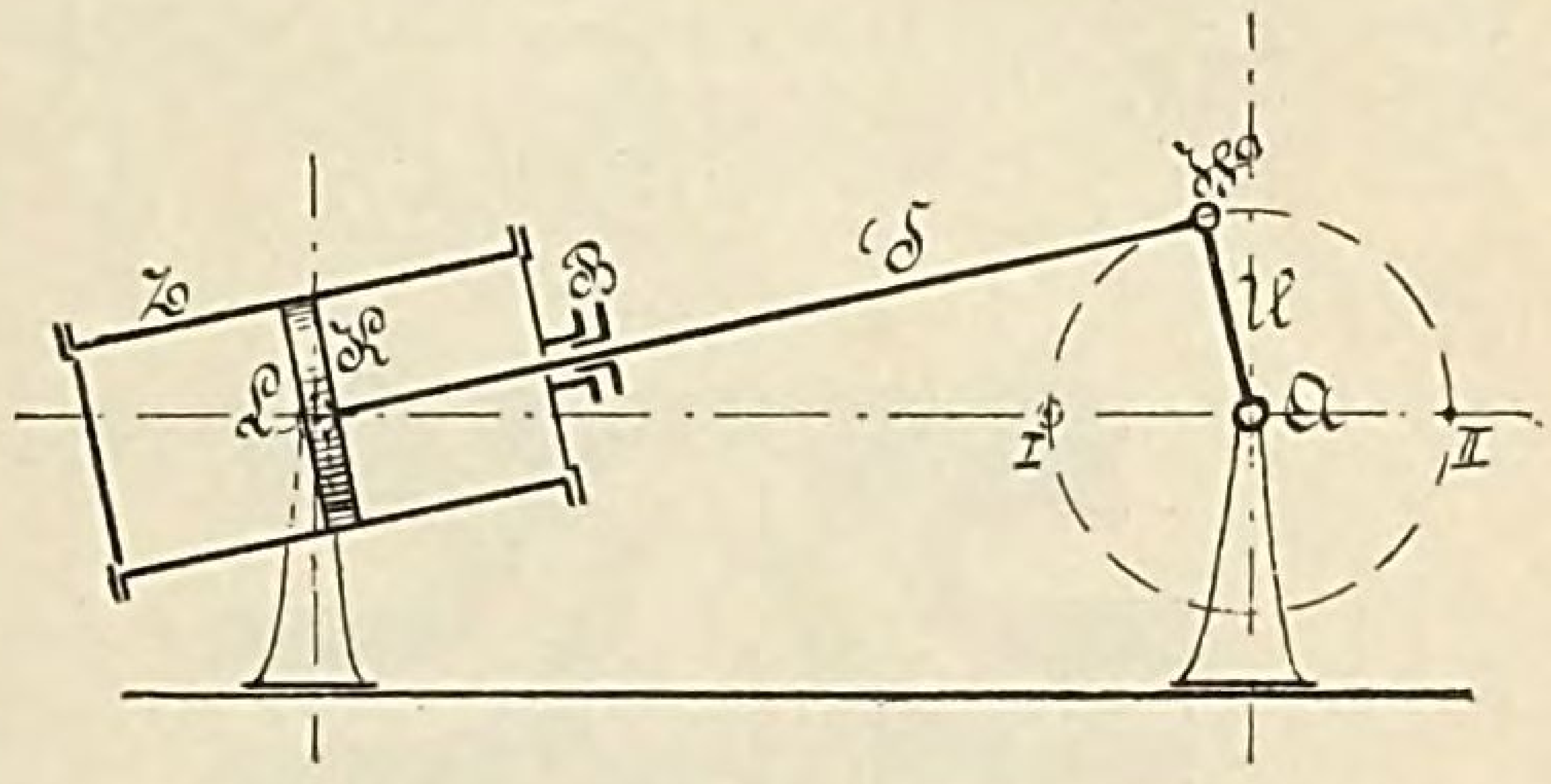


Fig. 16. Knebel mit schwingendem Zylinder.

1. **Meyer- oder Plattenschiebersteuerung.** (Fig. 18.) Auf dem Rücken des Verteilungsschiebers, welcher durch die Schieberstange St_1, der größten Füllung

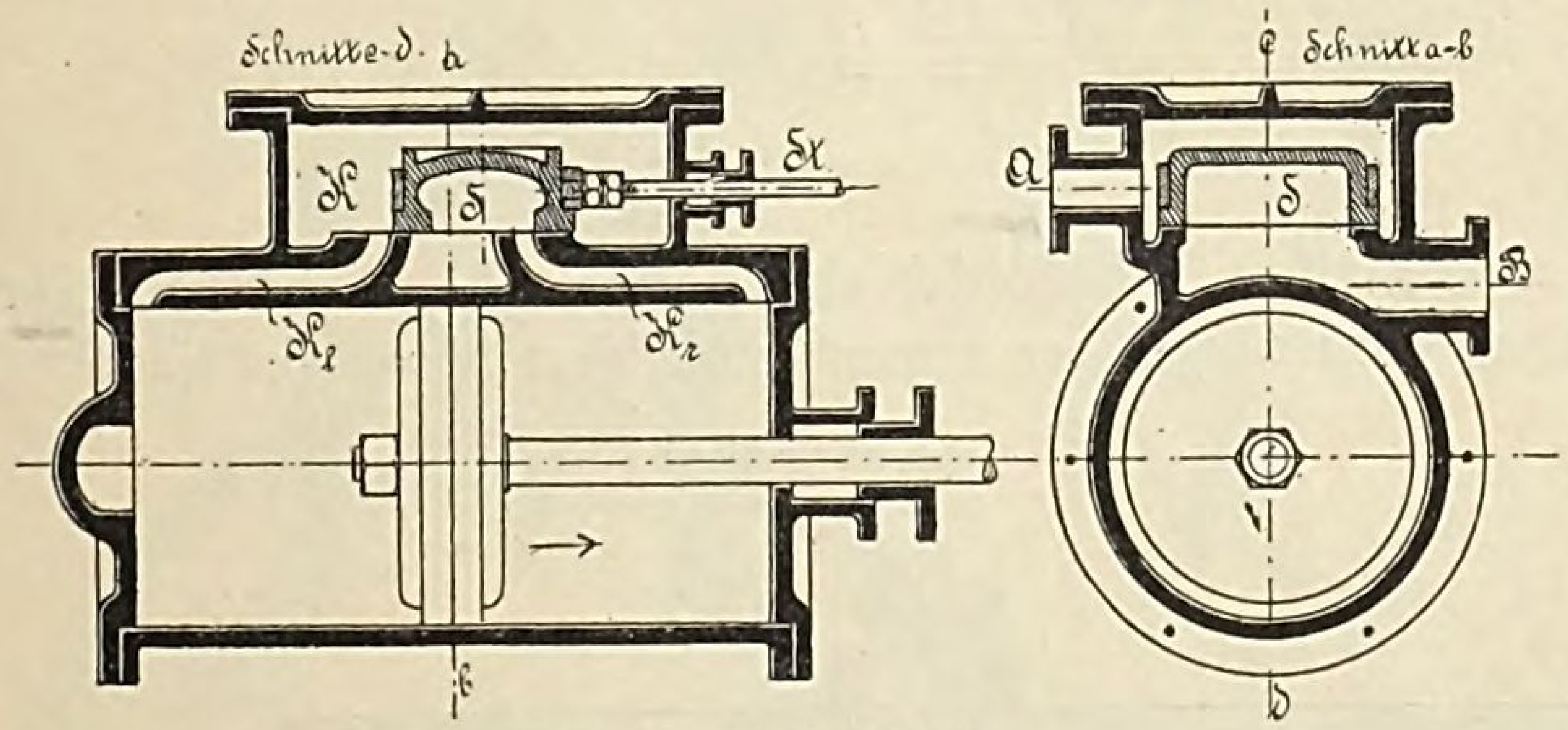


Fig. 17. Muschelschieber.

entsprechend verschoben wird, gleiten zwei Platten P, welche je nach ihrer gegenseitigen Entfernung die Füllung vermindern. Die Schieberstange St_2, welche den Expansionsplatten die hin- und hergehende Bewegung erteilt, ist an den Stellen, an welchen sie mit den Platten verbunden ist, als linkes und rechtes Gewinde ausgeführt. Durch Drehen dieser Expansionsschieberstange St_2 wird die Entfernung beider Platten und damit die Füllung geändert.

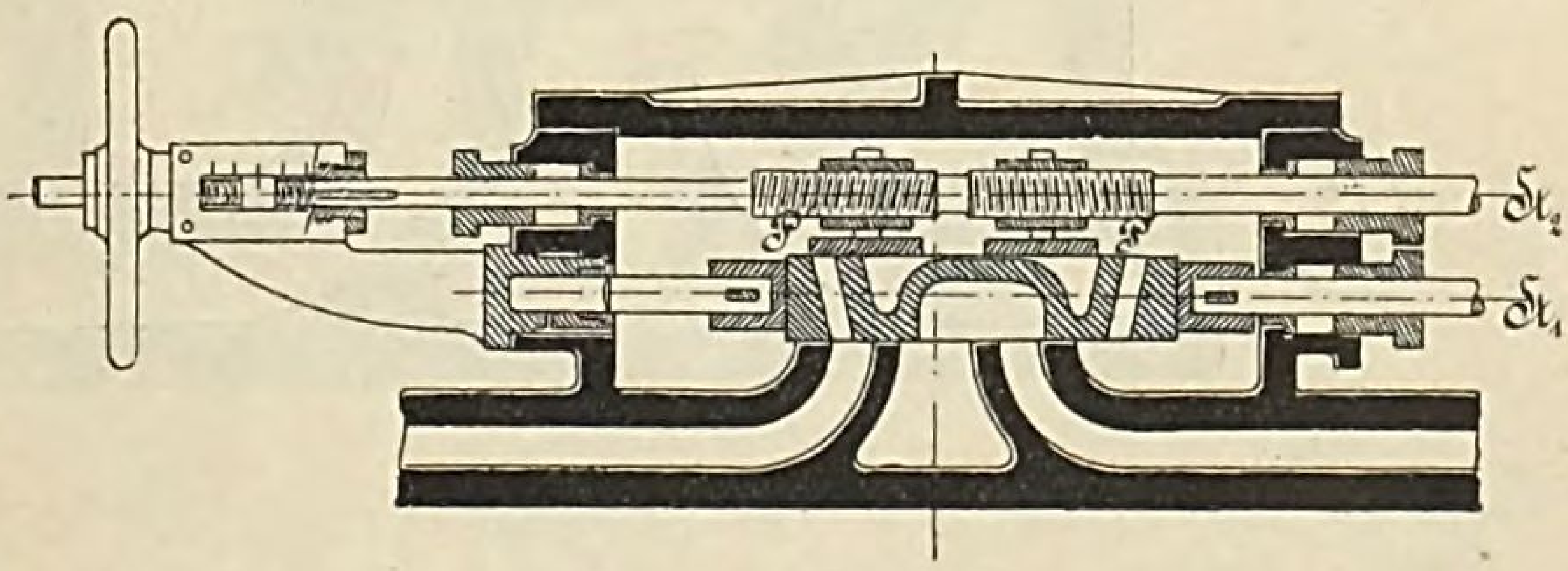


Fig. 18. Meyer- oder Plattenschiebersteuerung.

2. **Rider- oder Rundschiebersteuerung.** (Fig. 19.) Bei derselben gleitet der halb- oder auch ganzzylindrische Expansionsschieber E, auf dem entsprechend geformten Verteilungsschieber V. Die abschneidenden Kanten, wie auch die Kanäle

am Rücken des Grundschiebers sind schraubenförmig, sodaß beim Drehen des Expansionsschiebers die Ueberdeckung und damit die Füllung sich ändert.

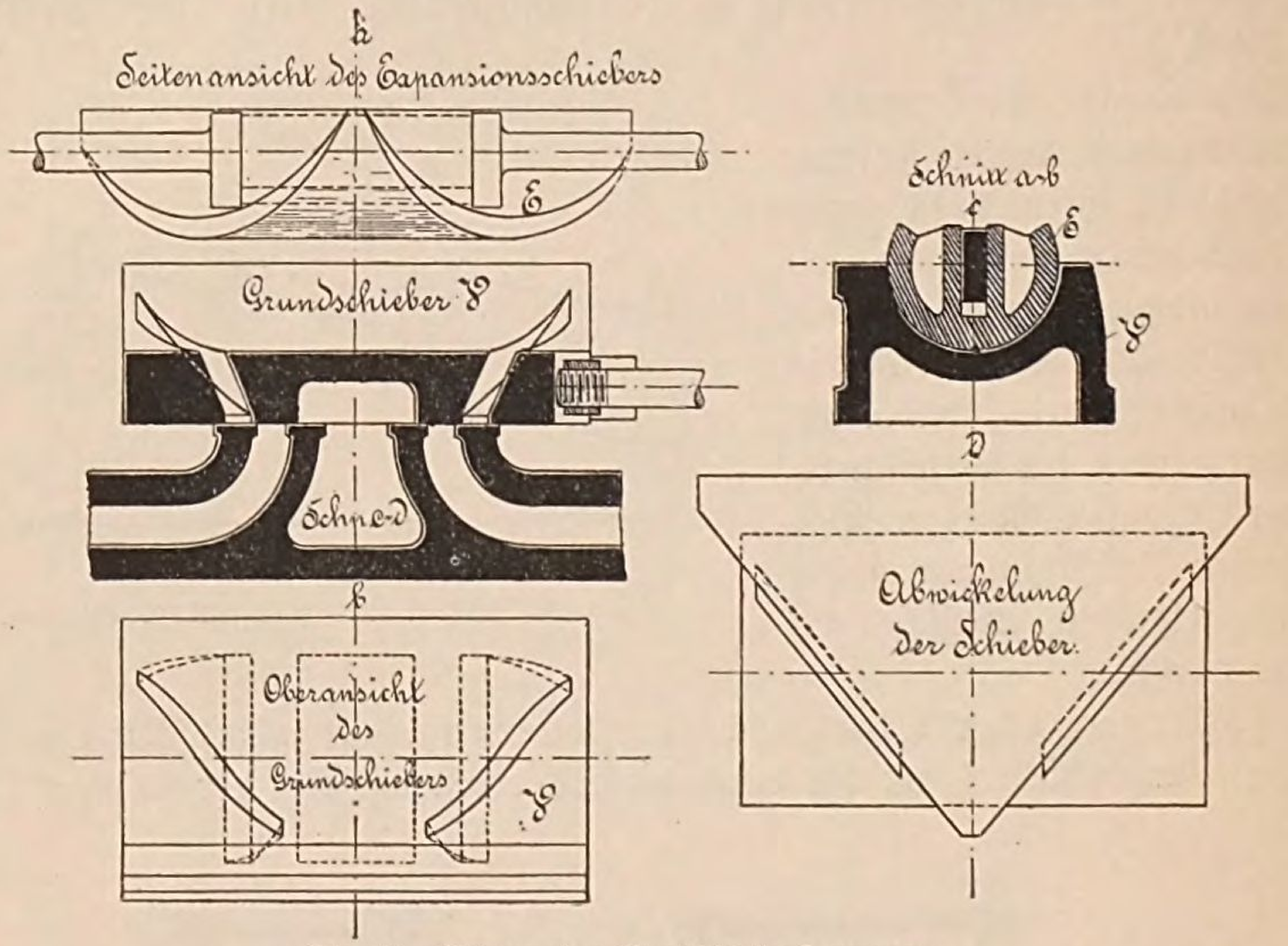


Fig. 19. Rider= oder Rundschiebersteuerung.

3. Farcot= oder Schleppschiebersteuerung. (Fig. 20.) Während bei den vorhergehenden Steuerungen der Expansionsschieber durch ein eigenes Exzenter be-

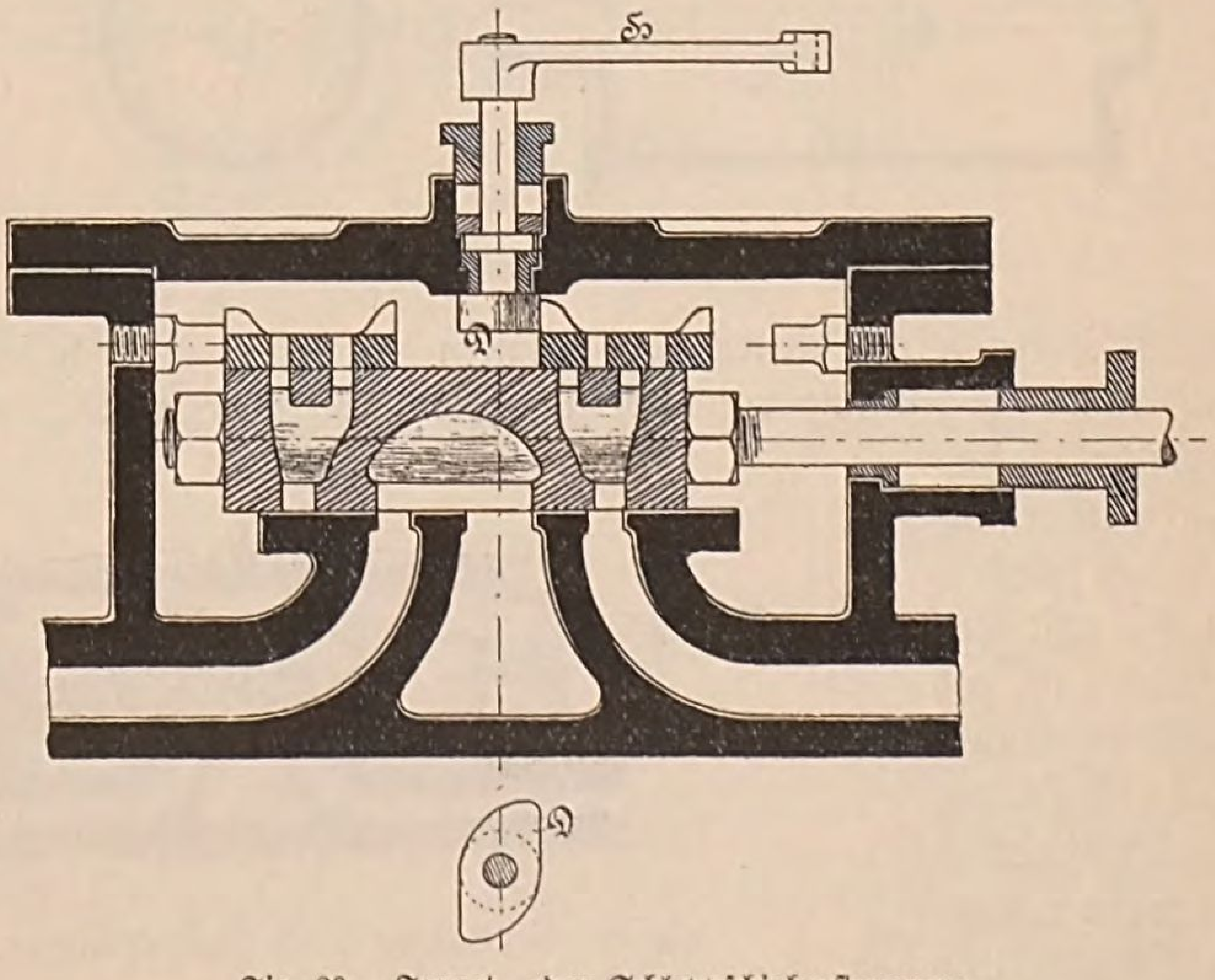


Fig. 20. Farcot= oder Schleppschiebersteuerung.

wegt wurde, wird er hier durch Reibung vom Grundschieber mitgenommen, bis er an den in der Mitte befindlichen Daumen D stößt und dadurch die Einströmung des Dampfes beendet. Ist nur ein Expansionsschieber vorhanden für beide Seiten,

so wird dadurch der andere Kanal zugleich geöffnet; sind aber die Expansionsplatten für beide Seiten getrennt, so sind noch am Schieberkasten Stifte nötig (siehe Fig. 20), an welche die Platten anstoßen und dadurch die Kanäle öffnen. Der Daumen D ist als Scheibe mit verschiedenem Durchmesser ausgeführt, sodaß durch Drehung der Welle mittels Hebel H der Anstoß früher oder später erfolgt, also die Füllung verändert wird. Der Einströmkanal des Grundschiebers wird gewöhnlich in zwei Teile von halber Breite zerlegt, damit der gitterförmig ausgeführte Expansionsschieber nur den halben Weg zu machen braucht.

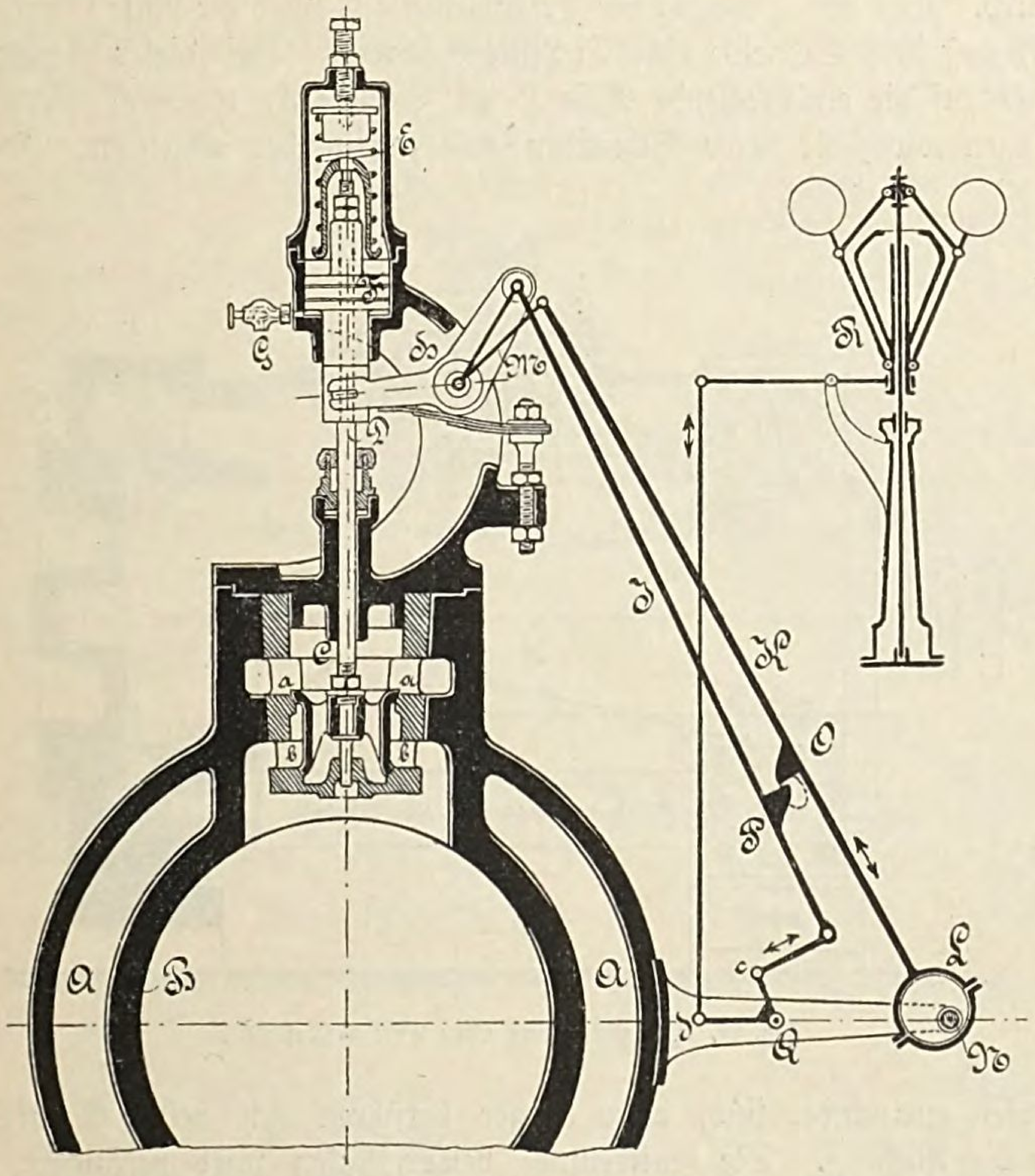


Fig. 21. Ventilmaschine (Patent Brown).

Bei den Ventilmaschinen erfolgt die Dampfverteilung durch Doppelsitzventile, deren es drei typische Ausführungen giebt.

1) Das Hornblower-, 2) das Gros'sche Glocken-, 3) das Rohr-Ventil.

Fig. 21 zeigt ein Rohrventil für den Dampfeinlaß. Der Dampf umspült zuerst den Dampfmantel A, um durch Erwärmung der Zylinderwand B die Niederschläge im Zylinder zu vermindern, tritt dann in den Raum C über das Ventil. Solange der Dampf in den Zylinder eintreten soll, wird die Ventilstange samt Ventil durch die Steuerung gehoben. Beim Schluß des Ventiles wird die Ventilstange außer Verbindung mit der Steuerung gebracht, wodurch das Ventil durch die Feder E rasch auf den Sitz gedrückt wird. Damit der Schluß des Ventiles

zwar rasch erfolgt, das Ventil sich aber trotzdem sanft aufsetzt, ist der Luftpuffer F vorhanden. Die Oeffnung G muß so gestellt werden, daß die beim Aufgang eingesogene Luft beim raschen Abfall auf den richtigen Grad zusammengepreßt wird.

In Figur 21 ist noch die verbreitetste Steuerung im Schema angegeben, nämlich die Ausführung von Sulzer (Patent Brown). Das Oeffnen des Ventils geschieht mittels des Winkelhebels H durch eine Längsbewegung der Stange J, welche durch die Stange K wie folgt hervorgebracht wird. Das untere Ende der Stange K ist als Exzenter L ausgeführt, während das obere vom Schwinghebel M geführt wird. Bei der Drehung der Exzenterwelle N wird die Nase O der Stange K so bewegt, daß ihre Schneide eine Ei-Linie beschreibt. Bei dieser Bewegung stößt die Nase O auf die entsprechende Nase P der Stange J, wodurch die letztere nach unten gezogen wird, bis beide Schneiden von aneinander abgleiten. Je näher die

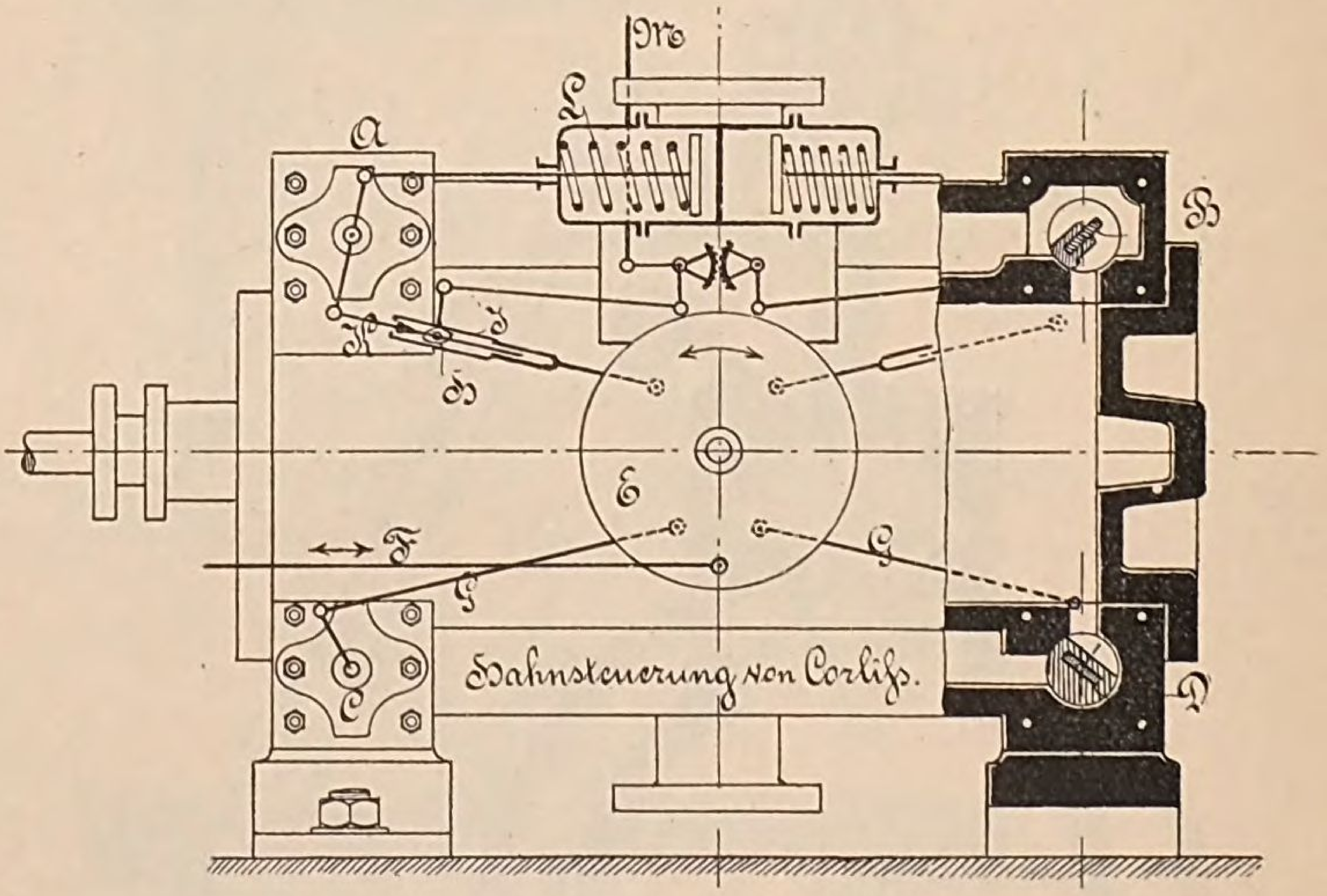


Fig. 22. Hahnsteuerung oder Corliß-Maschine.

beiden Nasen aneinander sind, desto länger berühren sich beide Schneiden, desto größer ist die Füllung. Die Entfernung beider Nasen wird verändert durch den Regulator R, je nach der Umdrehungszahl der Maschine mittels des Winkelhebels cQ.d.

Da bei dieser Art von Steuerung, zu welcher auch diejenige von Trappen gehört, von der richtigen Einstellung der Luftschraube G die Haltbarkeit des Ventiles abhängt, so hat man auch Steuerungssysteme ausgeführt, bei welchen der plötzliche Schluß des Ventiles vermieden wird, und durch die Steuerung zwangläufig erfolgt. Eine derartige Steuerung ist diejenige von Collmann.

Eine Maschine mit Hahnsteuerung oder Corlißmaschine ist in Fig. 22 dargestellt. Die Dampfverteilung wird durch Drehen der beiden Einlaßhähne A und B sowie der Auslaßhähne C und D bewirkt. Die Bewegung der Hähne erfolgt durch die Steuerscheibe E, welche durch die Exzenterstange F eine schwingende Bewegung erhält. Die Steuerscheibe ist nur mit den Hebeln der Auslaßhähne

in starrer Verbindung durch die Stangen G, während die Hebel der Einlaßhähne damit lösbar verbunden sind. Durch die Drehung der Steuerscheibe wird der Einlaßhahn geöffnet, bis bei einer bestimmten Stellung der Daumen H die federnden Teile der Verbindungsstange J so weit entfernt werden, daß die Nase der Stange K nicht mehr gehalten, und der Hahn durch die Wirkung der Feder L rasch geschlossen wird, wobei wieder Luftbremsung angewandt ist. Die Stellung des Daumens wird von der Regulatorstange angegeben, wodurch die Füllung je nach dem Gange der Maschine verändert wird.

Ausgleichung des unregelmäßigen Ganges. Durch die ungleiche Druckwirkung des Dampfes auf den Kolben, sowie durch die ungleichmäßige Uebertragung der hin- und hergehenden Bewegung in eine drehende durch den Kurbelmechanismus würde eine Ungleichmäßigkeit des Ganges bei jeder Umdrehung eintreten, was sehr störend wäre. Um dies zu vermeiden, läßt man mit der Kurbelwelle eine um so größere Masse (Schwungrad) mitdrehen, je größer die Gleichmäßigkeit sein soll.

Eine andere Unregelmäßigkeit im Gang der Maschine tritt ein, wenn durch die Einschaltung einer zu betreibenden Arbeitsmaschine die Arbeitsleistung erhöht wird. Der Ausgleich dieser Verschiedenheit der Umdrehungszahl wird durch den „Regulator" auf zwei verschiedene Weisen herbeigeführt. Entweder verstellt der Regulator eine im Dampfzuführungsrohr liegende Drosselklappe, so daß die Dampfspannung geändert wird oder er wirkt auf die Steuerung, so daß die Füllung entsprechend dem Arbeitsverbrauche geändert wird. (Fig. 20, 21, 22).

Dampfverbrauch. Es ist klar, daß der Dampfverbrauch bei einer bestimmten Arbeitsleistung wesentlich davon abhängt, wie weit die Expansion des Dampfes ausgenützt wird. Um hohe Dampfspannung mit Vorteil auf den Kondensatordruck herabzumindern, läßt man den Dampf in 2 Zylindern nacheinander sich ausdehnen, wodurch man „Verbund- oder Kompoundmaschinen" erhält.

Der stündliche Dampfverbrauch für je 1 Pferdestärke schwankt nach Versuchen zwischen folgenden Werten:

Beste Verbundmaschinen	7,5	bis	10	kg
„ Einzylindermaschinen	9	„	12	„
Gewöhnliche Verbundmaschinen	10	„	15	„
„ Einzylindermaschinen mit Kondensation	12	„	16	„
„ Auspuffmaschinen mit Expansion . .	16	„	25	„
„ „ ohne „ . . .	20	„	40	„

Für gewöhnliche Betriebsmaschinen kann im mittel 20 kg gesetzt werden.

Der Dampf, welcher in der Maschine gewirkt hat (Abdampf) kann auf zweifache Weise ausgenützt werden.

1. Der Dampf wird, wie früher erwähnt, im Kondensator verdichtet, wobei durch Verminderung des Rückdruckes Arbeit gewonnen wird.

2. Der Dampf wird zum Erwärmen von Wasser oder Luft benutzt.

Die Kondensation des Abdampfes kann durch den Einspritz-, den Oberflächen- und den Strahl-Kondensator erfolgen.

Fig. 23 zeigt eine sehr verbreitete Ausführung der ersten Art. Der Abdampf tritt durch das Rohr A in den Raum B ein, in welchen durch das geschlitzte Rohr C Wasser eingespritzt wird, dessen Menge mittels des Einspritzhahnes D geregelt wird. Das eingeführte Wasser sowie die Kondensationsprodukte werden durch den hin-

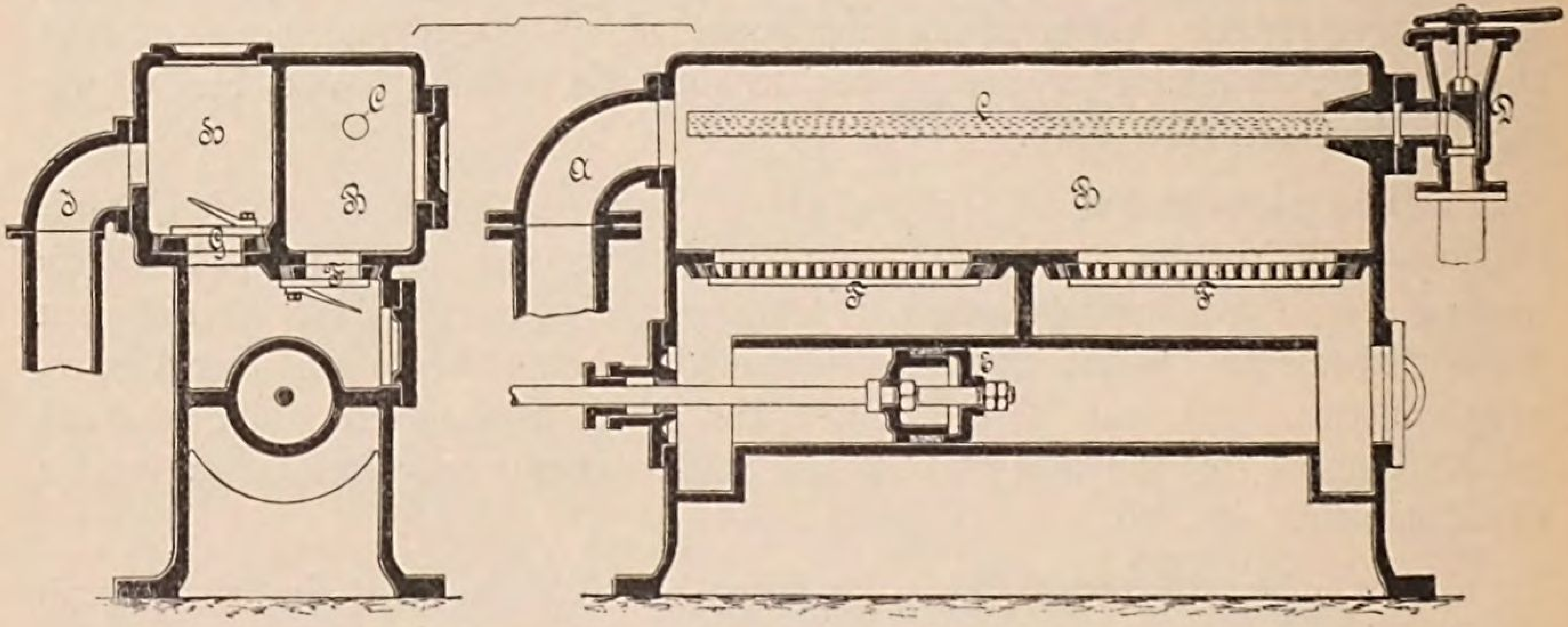


Fig. 23. Verbund- oder Kompound-Maschine.

und hergehenden Kolben E der Luftpumpe abwechselnd auf beiden Seiten durch die Saugklappen F angesaugt und durch die Druckklappen G in den Raum H gedrückt, aus dem sie durch Rohr J austreten.

Die Anwärmung des Wassers kann im Mischungs- und Oberflächen-Vorwärmer erfolgen.

Die Einrichtung der letzteren Art ist aus Fig. 24 ohne weitere Beschreibung klar. Bei dieser Ausführung können sich die Röhren bei verschiedenen Wassertemperaturen frei ausdehnen, wodurch die Verbindung mit den Stirnwänden dicht bleibt.

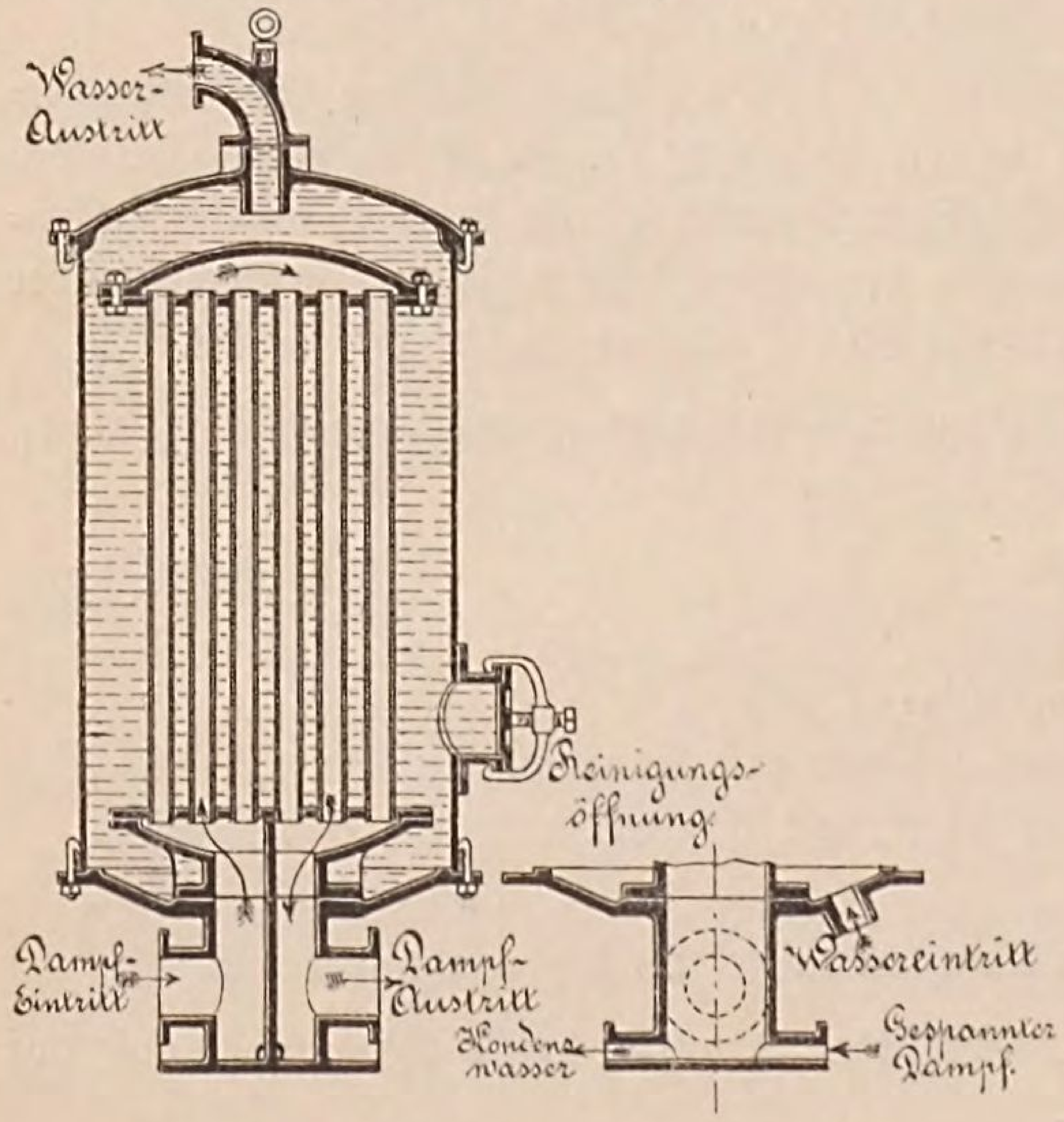


Fig. 24. Verbund- oder Kompound-Maschine.

Ein wichtiger Punkt für den Dampfmaschinenbetrieb ist noch die Schmierung. Es wird in neuerer Zeit mit Vorteil Mineralöl (Naphta) verwendet, da die Fettsäuren der Tier- und Pflanzenfette bei der hohen Dampftemperatur Zylinder und Schieberspiegel angreifen. Es ist jedoch darauf zu achten, daß die Oele säurefrei sind, und bei der Dampftemperatur eine genügende Zähflüssigkeit besitzen (Viscosität).

In Folgendem sollen einige Schmiergefäße für Dampfmaschinen beschrieben werden.

1. Schmiergefäß mit Doppelwirbel (Fig. 25). Das Oel wird bei geschlossenem Hahne A in die Schale B eingegossen. Bei geöffnetem Hahn C erfüllt der Dampf unter Druck den Mittelraum D, um dort nach Schließung des Hahnes sich niederzuschlagen. Dadurch tritt im Mittelraum D Leere ein, so daß bei Oeffnung des Hahnes A das in der Schale B vorhandene Oel eingesogen wird.

Nun werden nacheinander Hahn A geschlossen und Hahn C geöffnet, wodurch in den Mittelraum D wieder Dampf vom Zylinderdrucke eintritt, so daß das Oel entsprechend der Stellung des Hahns C auf die gleitenden Flächen tropft.

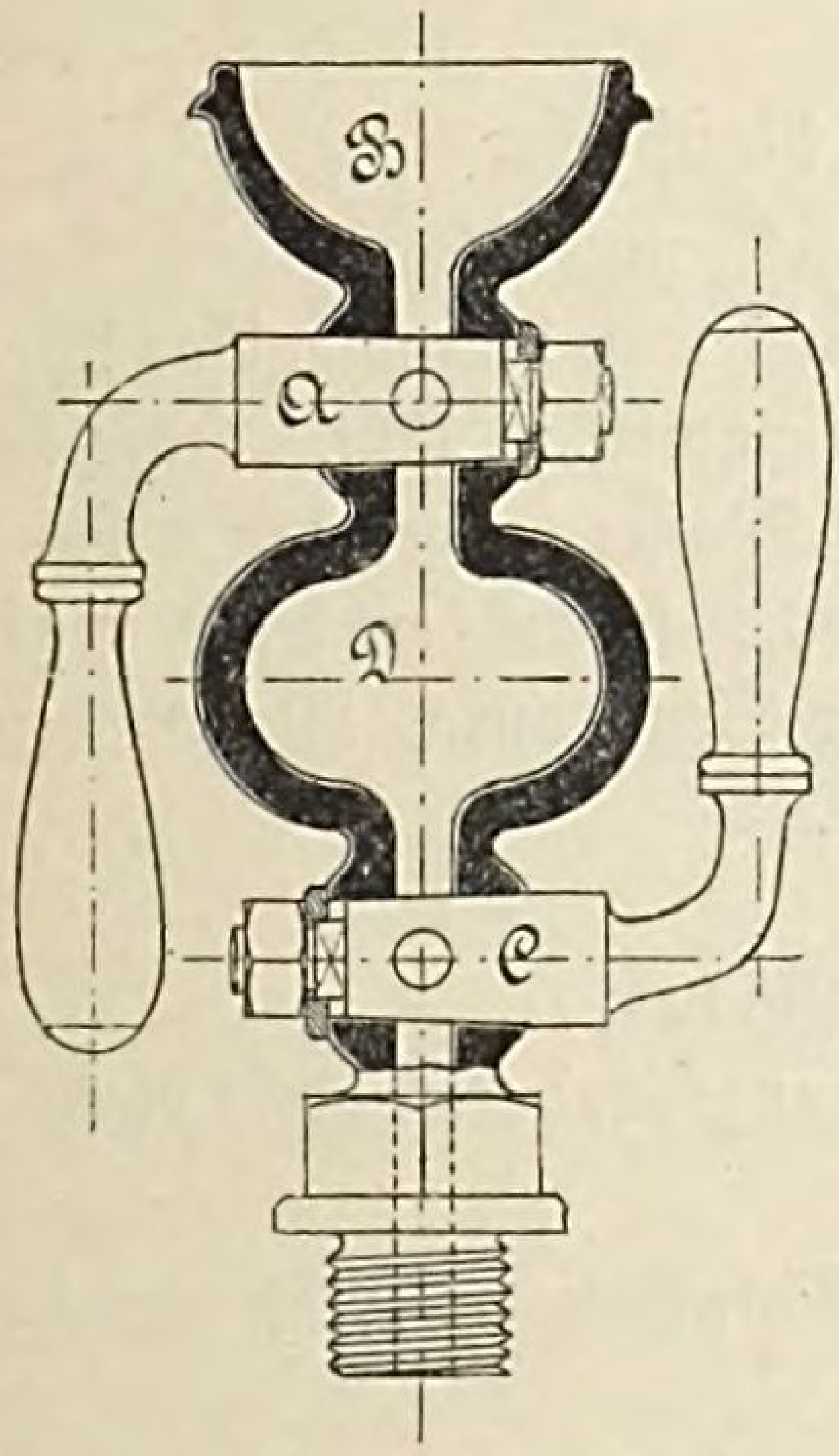


Fig. 25. Schmiergefäß mit Doppelwirbel.

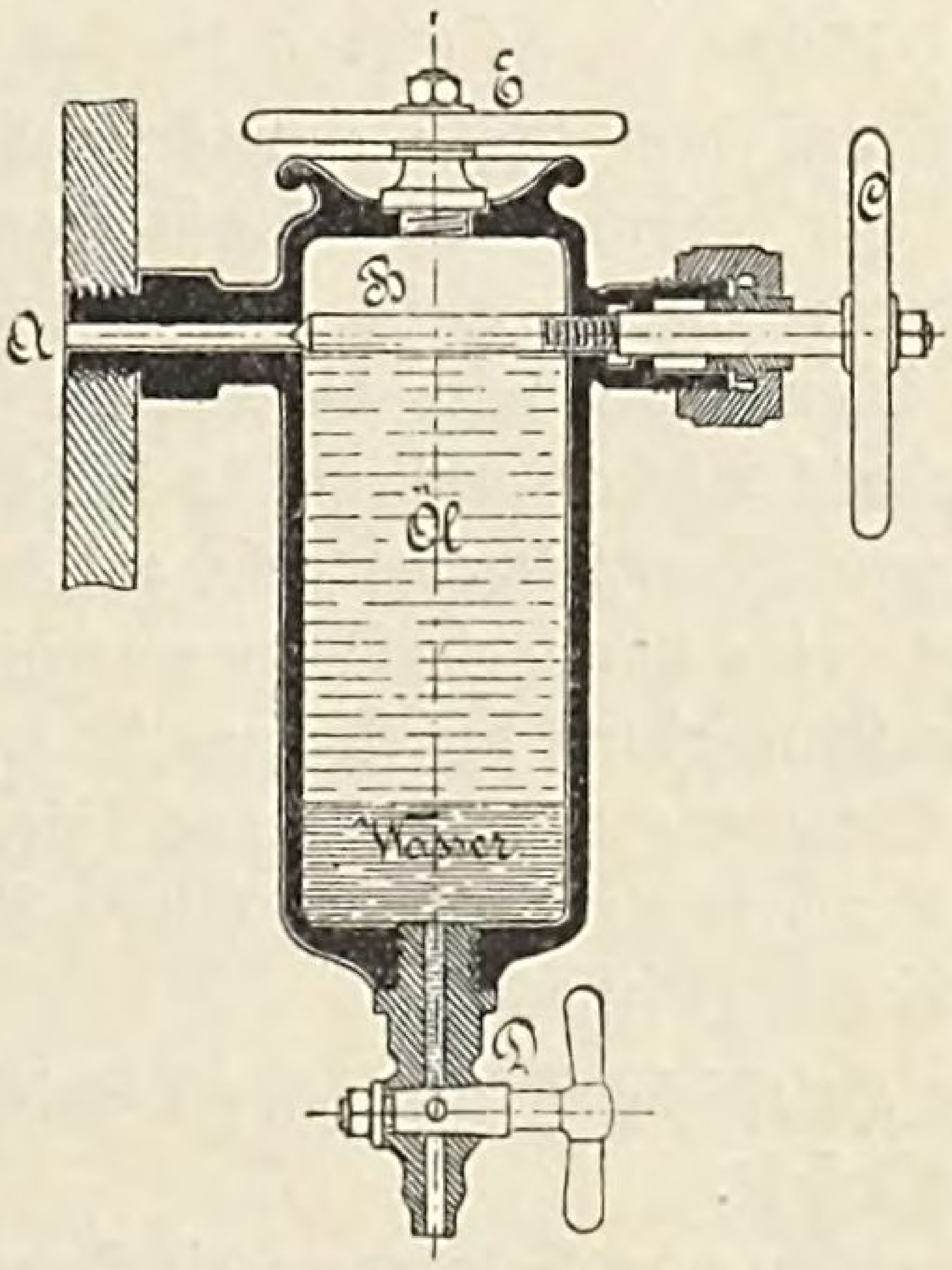


Fig. 26. Impermeator.

2. Impermeator. Fig. 26. Dies selbstthätig wirkende Schmiergefäß ist mit dem Dampfraum durch die Oeffnung A verbunden. Soll das Gefäß gefüllt werden, so verschließt man die Oeffnung A mittels der Spindel B durch entsprechendes Drehen an dem Handrade C, schließt den Ablaßhahn D, entfernt die Verschlußschraube E und gießt bis zur Höhe der Oeffnung A Oel ein. Verschließt man nun die Eingußöffnung und schraubt die Spindel B zurück, so dringt der Dampf in den oberen Teil des Gefäßes, und schlägt sich durch Ausstrahlung nieder. Das Niederschlagwasser sinkt tropfenweise im Oel unter, und sammelt sich im unteren Teile des Gefäßes, das Oel durch die Oeffnung A verdrängend. Ist sämtliches Oel verdrängt, so öffnet man den Ablaßhahn D, und läßt das Kondenswasser abfließen, worauf das Schmiergefäß wieder gefüllt wird.

3. Schmierapparate, bei welchen durch irgend einen bewegten Teil der Maschine ein Kolben langsam in einen Zylinder gedrückt wird, wodurch das Oel tropfenweise in den Dampfzylinder oder Schieberkasten gepreßt wird.

Dampfkessel. Der Dampfkessel hat die Aufgabe, durch Zufuhr von Wärme in einer gegebenen Zeit eine bestimmte Menge Wasser in Dampf von bestimmter Spannung zu verwandeln.

Die Erzeugung muß möglichst billig, vollkommen betriebssicher und in solcher Weise geschehen, daß der Dampf den Kessel „trocken“ verläßt, d. h. kein Wasser mechanisch mitführt.

Unter Leistung eines Dampfkessels versteht man die Anzahl der kg Dampf von bestimmter Spannung, welche in einer Stunde erzeugt werden.

Die häufigste Art der Wärmeentwickelung ist die Verbrennung von Körpern.

Zu diesem Zwecke ist eine Vorrichtung nötig, welche das Brennmaterial hält, und zugleich den zum Verbrennungsprozeß nötigen Sauerstoff zuläßt, nämlich der „Rost“.

Die Größe der erzeugten Wärmemenge ist unter sonst gleichen Umständen von der Fläche des Rostes abhängig.

R bezeichne im Folgenden die Anzahl qm Rostfläche.

Die auf dem Roste entwickelte Wärme soll nun Wasser in Dampf verwandeln. Zu diesem Zwecke schließt man das Wasser in dünnwandige Metallgefäße ein, auf deren anderer Seite man die Wärme einwirken läßt. Infolge Leitung durch die Wandungen wird die Wärme an das Wasser abgegeben. Die Wärmeabgabe an das Wasser geht um so leichter vor sich, je größer die „Heizfläche“ ist, d. h. jene Wandfläche, welche auf der einen Seite durch Wasser benetzt, auf der andern Seite durch die Wärme berührt wird.

Die Einwirkung der Wärme ist zweifach:

1. Strahlung vom Roste aus (direkte Heizfläche);
2. Erwärmung durch die heißen Verbrennungsprodukte oder Rauchgase (indirekte Heizfläche).

Die Heizfläche ist unter sonst gleichen Verhältnissen ein Maß für die Leistung des Dampfkessels.

H bezeichne in Folgendem die Anzahl qm Heizfläche.

Der zur Verbrennung nötige Sauerstoff wird durch Zufuhr von atmosphärischer Luft zum Verbrennungsherde herbeigeschafft. Den Unterschied des Luftdruckes vor der Feuerung und nach derselben (Kamin) nennt man „Zug“ und drückt ihn in cm Wassersäule aus. Der Zug ist unter sonst gleichen Umständen ein Maß für die Anzahl kg Brennmaterial (B), welche in einer Stunde auf dem Rost verbrannt werden.

Bei einem Dampfkessel sind demnach von Wichtigkeit:

1) Rostfläche R, 2) Heizfläche H, 3) Zug Z.

Um 1 kg Wasser von 0° C in gesättigten Dampf von t° C zu verwandeln, sind nach Régnault 606,5 + 0,305 t W.E nötig.

Um 1 kg Wasser von 0° in Dampf zu verwandeln von der Spannung:

2 Atm. oder	119,6° C	sind nötig	643,0 W.E,
7 „ „	164,0° C	„ „	656,5 „
		Im Mittel	650 W.E.

Um 1 kg Speisewasser von der Grundwassertemperatur 10° C in Dampf zu verwandeln, sind im mittel 650 — 10 = 640 W.E. nötig. Um Dampf aus Speisewasser zu erzeugen, das mittels eines Vorwärmers auf 80°C erwärmt ist, sind nötig

650—80 = 570 W.E.

Verbrennung auf dem Roste. Die Anzahl der Wärmeeinheiten, welche entstehen, wenn man 1 kg Brennmaterial vollständig bei der mittleren Lufttemperatur 20° C verbrennt und die Verbrennungsprodukte auf 20° C abkühlt, heißt „Heizwert“ und wird mit $\mathfrak{H}$ bezeichnet.

Derselbe kann aus der chemischen Zusammensetzung des Brennmaterials bestimmt werden.

Es enthalten 1 kg Brennmaterial:

C kg Kohlenstoff, H kg Wasserstoff, O kg Sauerstoff, W kg Feuchtigkeit und S kg Schwefel; so ist der Heizwert desselben:

$$\mathfrak{H} = 8100 \cdot C + 34200 \left(H - \frac{O}{8}\right) - 610\ (9 \cdot H + W)\ [+ 2500\ S]\ \text{W.E.}$$

Der Schwefel kann meist unberücksichtigt gelassen werden, weil zu geringe Mengen desselben in den zum Kesselbetrieb tauglichen Brennmaterialien vorkommen.

1 kg gute Steinkohle enthält:

C = 0,800 kg Kohlenstoff, H = 0,054 kg Wasserstoff,
O 0,071 kg Sauerstoff, W = 0,03 kg Feuchtigkeit, A = 0,045 Asche.

Danach berechnet sich der Heizwert:

$$\mathfrak{H} = 8100 \cdot 0{,}8 + 34200 \left(0{,}054 - \frac{0{,}071}{8}\right) - 610\ (9 \cdot 0{,}054 + 0{,}03) = 7709\ \text{W.E.}$$

In der Praxis wird für gewöhnliche Steinkohle $\mathfrak{H}$ 7500 gesetzt.

Sieht man von Verlusten ab, so könnte man bei Verbrennung von 1 kg Steinkohle $\frac{7500}{640} = 11{,}7$ kg Dampf aus Wasser von 10° erzeugen.

Diese Zahl nennt man die „theoretische Verdampfung“ der Steinkohle. Auf diese Weise hat man folgende Resultate gefunden:

1 kg Brennmaterial	Heizwert $\mathfrak{H}$	Theoretische Verdampfung
Steinkohle	7500	11,7
Koks	6700	10,5
Oberbayrische Steinkohle	5000	7,8
Braunkohlen	4500	7,0
Torf (lufttrocken)	3000	4,7
Holz „	2800	4,4

In Wirklichkeit ist die „Verdampfung“ viel geringer. Aus vielen Versuchen an ausgeführten Dampfkesseln fand man die „wirkliche Verdampfung“ wie folgt:

Gute Steinkohle 5 bis 9, Koks 5 bis 8, Oberbayrische Steinkohle 4 bis $4\frac{1}{4}$, Braunkohle $2\frac{1}{4}$ bis 4, lufttrockener Torf 2 bis $2\frac{1}{2}$ (3), lufttrockenes Holz $2\frac{1}{2}$.

Diese Verminderung der Dampfentwickelung gegenüber den theoretischen Ermittelungen ist leicht erklärlich:

1) Ist die Verbrennung auf dem Roste unvollkommen; ein Teil des Brennmaterials fällt unverbrannt zu der Asche; ein anderer Teil wird nicht vollkommen verbrannt, sondern es treten Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoffe auf.

Das Verhältnis der auf dem Roste entstehenden Wärmemenge zu der im Brennmateriale vorhandenen nennt man „Wirkungsgrad der Feuerung“ w_f. Für Steinkohlen ist $w_f = 0{,}8$ bis $0{,}9$ ($0{,}85$ im mittel), je nach der Bedienung durch den Heizer.

Der Heizwert der unvollkommenen Verbrennung ist also:

$w_f \cdot \mathfrak{H}$ für Steinkohlen $0{,}85 \cdot 7500 = 6375 \sim 6400$ W.E.

2) Die auf dem Roste entwickelte Wärme wird aber nicht vollständig durch die Heizfläche zur Dampfbildung abgegeben.

Das Verhältnis der zur Dampfbildung verwendeten Wärme zu der auf dem Rost entstehenden nennt man „Wirkungsgrad der Heizfläche“ w_h. Derselbe ist im Mittel 0,8 je nach dem Zustande der Heizfläche (Verunreinigung außen durch Ruß und Flugasche, innen durch Kesselstein).

Der Gesamtwirkungsgrad des Dampfkessels ist $w = w_f \cdot w_h$.

Bei Verbrennung von 1 kg guter Steinkohle wird demnach zur Verdampfung verwendet:

$$w \cdot \mathfrak{H} = 0{,}85 \cdot 0{,}8 \cdot 7500 = 0{,}68 \cdot 7500 = 5100 \text{ W.E.}$$

Damit können in Wirklichkeit verdampft werden

bei Speisewasser von 10° $\frac{5100}{640} \sim 8$ kg (ohne Vorwärmer)

bei „ „ 80° $\frac{5100}{570} \sim 9$ kg (mit Vorwärmer).

Soll die Verbrennung vollkommen sein, so muß aller Kohlenstoff zu Kohlensäure und aller Wasserstoff zu Wasserdampf verbrannt werden, es läßt sich also aus der chemischen Zusammensetzung des Brennmaterials bestimmen, welche Luftmenge zur vollkommenen Verbrennung von 1 kg des Brennmaterials theoretisch nötig wäre.

Dieselbe ist $L = 8{,}86\ C + 26{,}56 \left(H - \frac{O}{8}\right)$ cbm bei 0° und 760 mm B.

z. B. für 1 kg Steinkohle $L = 8{,}86 \cdot 0{,}8 + 26{,}56 \left(0{,}054 - \frac{0{,}071}{8}\right) \sim 8{,}3$ cbm.

Auf diese Weise fand man folgenden „theoretischen Luftverbrauch“ bei vollständiger Verbrennung von 1 kg (bei 0° und 760 mm B) Steinkohlen 8,3 cbm, Koks 7,7 cbm, Braunkohle 5,4 cbm, lufttrockener Torf 4,2 cbm, lufttrockenes Holz 3,7 cbm.

Der „wirkliche Luftverbrauch“ ist aber fast doppelt so groß, nämlich: Steinkohle 16 cbm, Koks 15 cbm, Braunkohle 10 cbm, Torf 8 cbm, Holz 7 cbm.

Das Verhältnis v des „wirklichen“ zum „theoretischen“ Luftverbrauch ergiebt sich aus der Zusammensetzung der Rauchgase.

Die Analyse derselben ergebe k % Kohlensäure, 0 % Sauerstoff, so ist $v = \frac{k + 0}{k}$. Nach Bunte ist für Kesselfeuerungen mit Steinkohlen $k + 0 = 18{,}9$, so daß $v = \frac{18{,}9}{k}$ ist. (k soll zwischen 10 bis 14 % sein.)

Aus dem großen Luftverbrauche ergiebt sich für den Betrieb, daß das Kesselhaus durch Thüren und Fenster nicht luftdicht geschlossen werden darf.

Ausführung des Rostes. Jener Teil der Rostfläche, durch welchen die zur Verbrennung nötige Luft durchströmen kann, nennt man die „freie Rostfläche“.

Das Verhältnis der „freien Rostfläche“ R_f zur „gesamten Rostfläche“ R ist wichtig und von der Stückgröße des Brennmateriales abhängig.

Folgende Regeln sollen für den Feuerungsbetrieb beobachtet werden:

I. Verhältnis der freien Rostfläche zur ganzen.

1) Steinkohlen $^1/_4$ bis $^1/_3$ ($^1/_2$ unzweckmäßig, $^2/_5$ theoretisch).

2) Koks $^1/_3$ bis $^1/_2$, 3) Braunkohlen $^1/_5$ bis $^1/_3$, 4) Holz und Torf $^1/_6$ bis $^1/_5$.

II. Dicke der Brennmaterialschicht.

1) Steinkohlen 60 bis 80 mm bei langsamer Verbrennung, 80 bis 100 mm bei normaler, 100 bis 120 mm bei lebhafter, 120 bis 150 mm bei künstlichem Zug (Lokomobilen).

2) Koks 200 bis 250 mm, 3) Braunkohlen 150 bis 200 mm, 4) Torf 500 mm, 5) Holz 500 bis 600 mm.

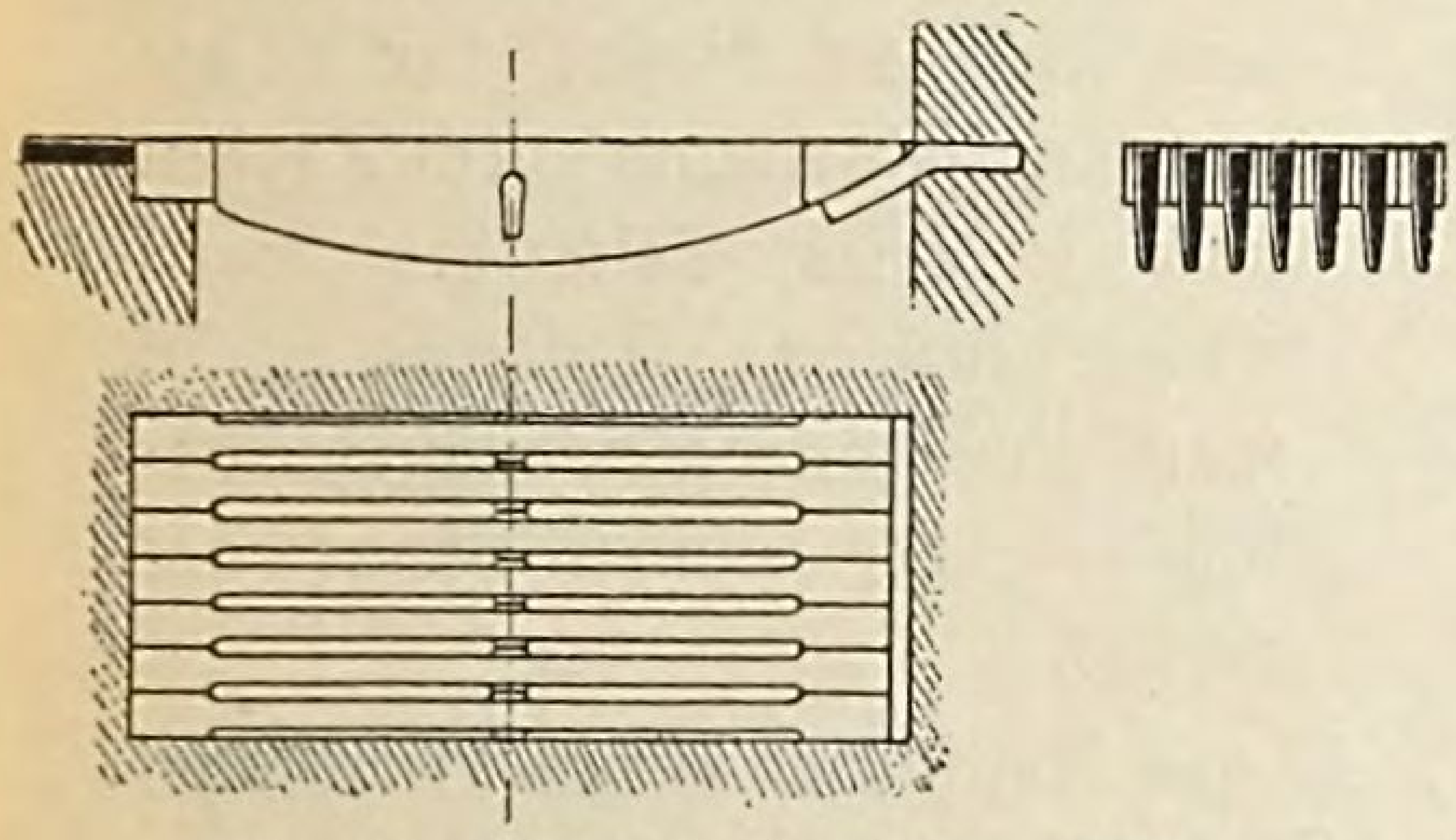


Fig. 27. Planrost mit glatten Stäben.

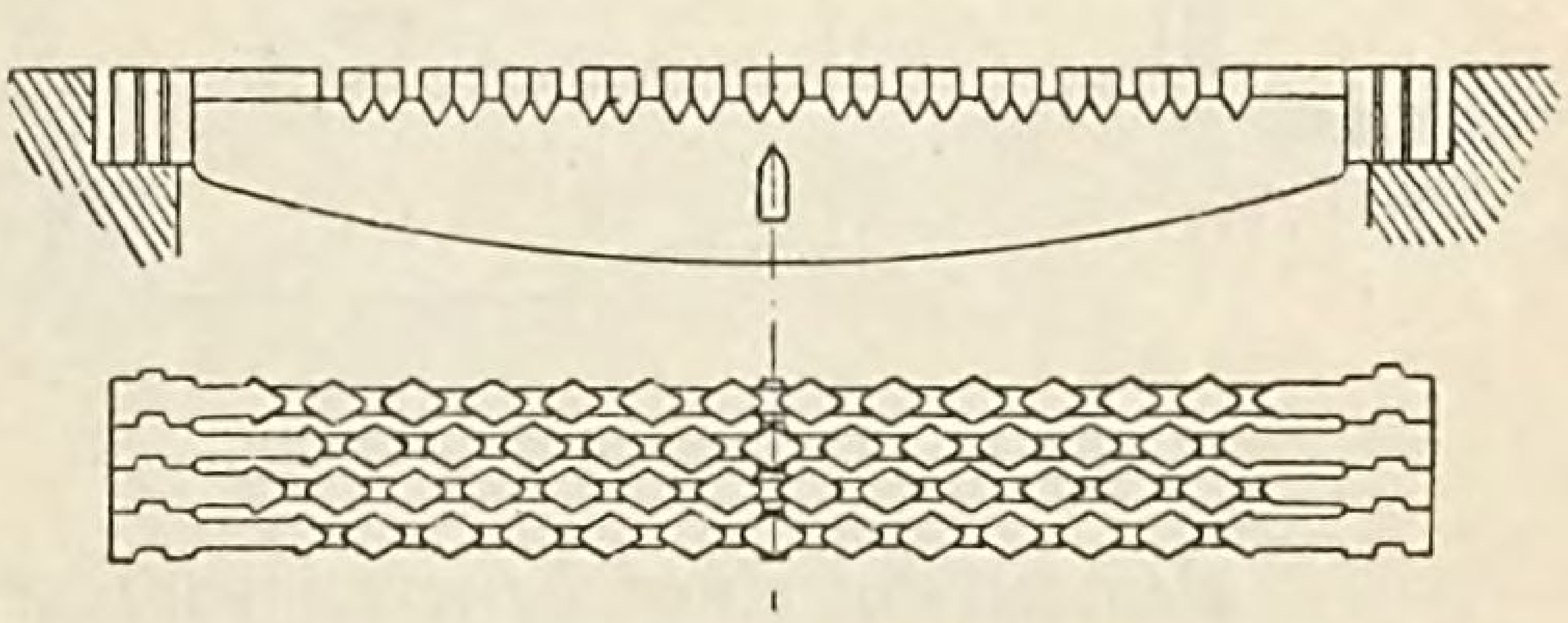


Fig. 28. Planrost mit geformten Stäben.

III. Lichte Weite zwischen den Roststäben.

1) Steinkohlen 4 bis 6 mm (Kohlenklein), 6 bis 15 (10) mm gewöhnliche (Würfel-) Kohlen, 20 mm Stückkohlen.

2) Koks 15 bis 25 mm (je nach Stückgröße), 3) Braunkohlen 5 bis 8 mm (12 wenn stückreich), 4) Holz 5 bis 7 mm, 5) Torf 15 mm.

IV. Brennmaterialgewicht auf je 1 qm Rostfläche in 1 Stunde verbrannt.

1) Steinkohlen 50 kg bei langsamer Verbrennung, 75 kg bei normaler, 100 kg bei starkem Zug.

2) Koks 160 kg (im mittel), 3) Braunkohlen 100 kg normal, 200 kg starker Zug, 4) Holz und Torf 100 bis 150 kg (200).

Rostarten. 1) Der Planrost mit glatten Stäben. (Fig. 27.)

Derselbe ist der einfachste und billigste, die Reinigung ist leicht. Für Steinkohlen soll die Stegdicke 20 mm, die Spaltbreite 10 mm sein, dann ist $\frac{\text{freie Rostfläche}}{\text{ganze Rostfläche}} = \frac{1}{3}$.

2) Der Planrost mit geformten Stäben. (Fig. 28).

Es giebt eine Unzahl von Ausführungen, von welchen eine der ersten, nämlich der „Polygonrost" große Verbreitung gefunden hat.

3) Der Treppen- oder Stufenrost. (Fig. 29.)

An seitlichen schrägen Wangen W sind Vorsprünge V angegossen, auf welche die wagerechten Rostplatten gelegt werden. Das oben aufgelegte Brennmaterial gleitet langsam unter fortwährender Luftzuführung nach abwärts, in immer stärkere Glut geratend.

4) Der Ten-Brink-Rost. (Fig. 30.)

Ein schiefer Planrost ist in einen Querkessel Q eingeschaltet, wodurch die strahlende Wärme besonders ausgenützt wird.

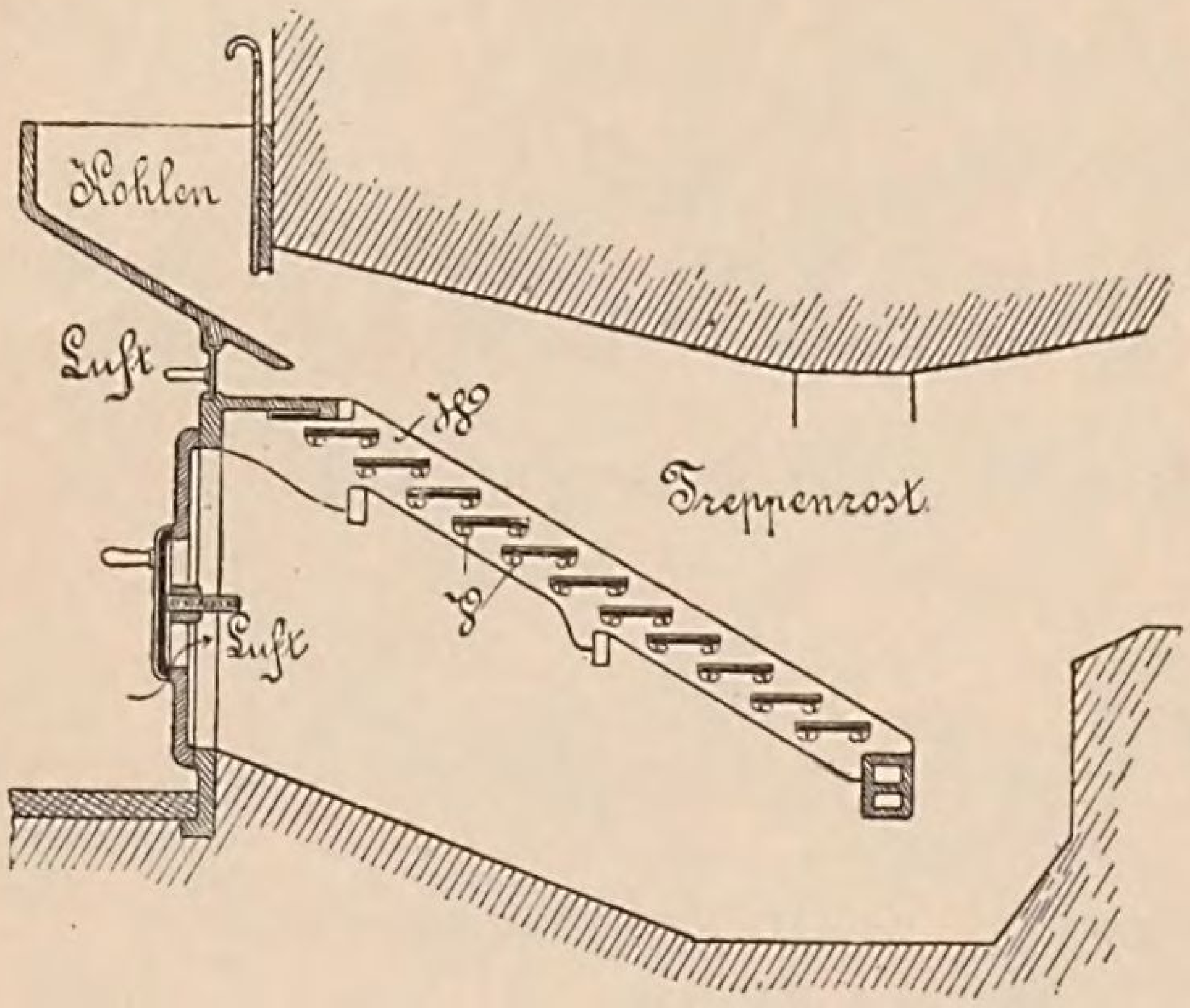


Fig. 29. Treppen- oder Stufenrost.

5) Der Cario-Rost. (Fig. 31.)

Die Roststäbe dieses Rostes sind dachförmig angeordnet. Die Beschickung des langen Rostes wird durch eine halbzylindrische Röhre ausgeführt, welche die gleiche Länge wie der Rost besitzt. Nachdem dieselbe mit Brennmaterial gefüllt ist, wird sie auf dem First des Rostes der Länge nach eingefahren und durch Drehen nach je einer Seite der Rostflächen entleert. Dadurch erhält man eine ganz gleichmäßige Beschickung der ganzen Länge des Rostes.

Beurteilung einer Feuerungsanlage.*) R qm Rostfläche, H qm Heizfläche, B kg Brennmaterial stündlich verbrannt, D kg Wasser stündlich verdampft.

Die Anzahl der kg Brennmaterial, welche stündlich auf je 1 qm Heizfläche trifft, ist ein Maß für die Beanspruchung des Kessels und wird „Forcierungsgrad“ genannt.

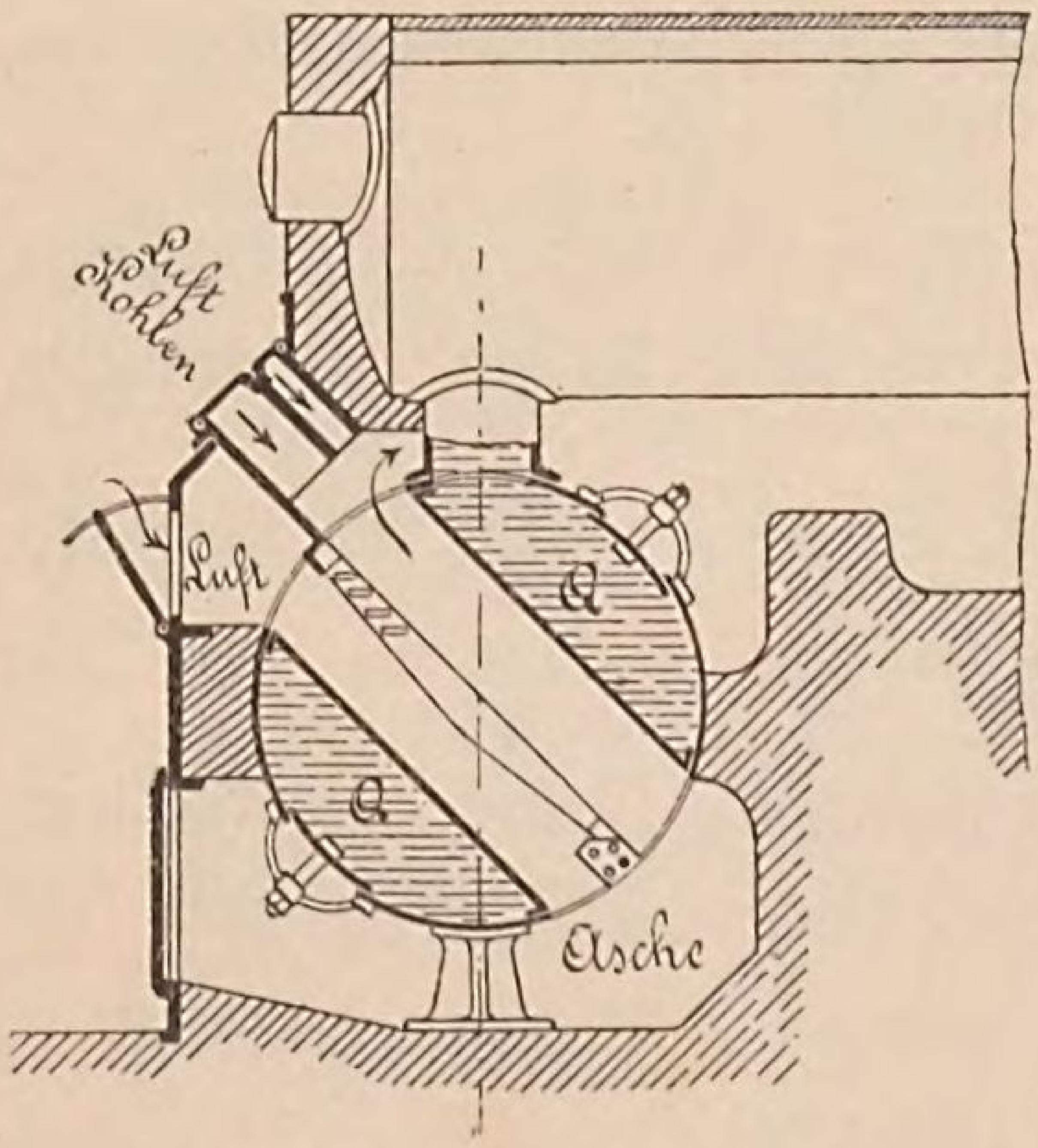


Fig. 30. Ten-Brink-Rost.

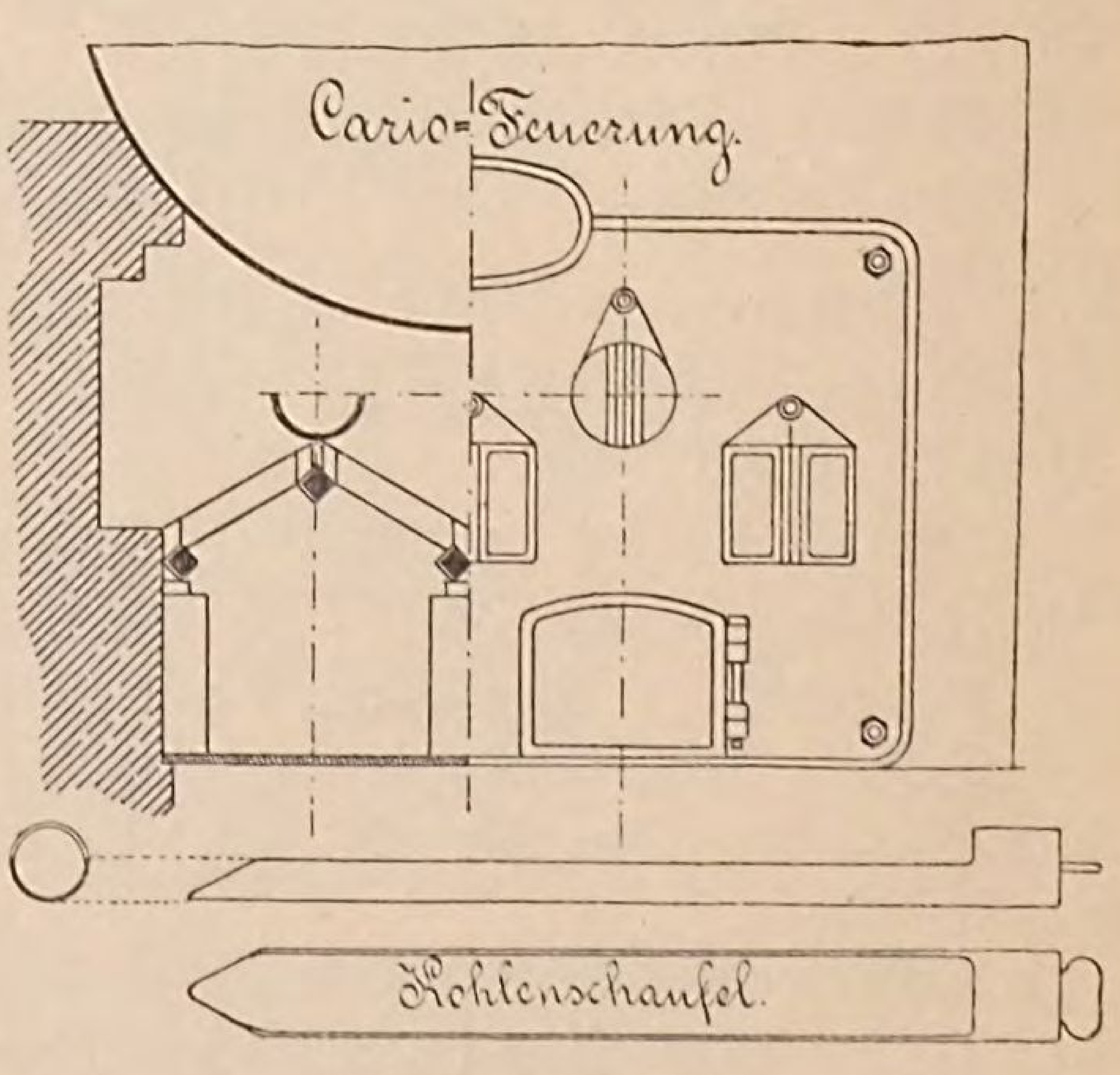


Fig. 31. Cario-Rost.

Für Steinkohle und gewöhnliche Verhältnisse ist der Forcierungsgrad $\frac{B}{H} = 3$, dann ist der Wirkungsgrad des Kessels $w_f \cdot w_h = 0{,}85 \cdot 0{,}75 = 0{,}61$.

---

*) Nach Prof. Grove.

Verdampfung $\frac{D}{B} = 0{,}61 \cdot \frac{7500}{640} \,\theta\, 7$ (ohne Vorwärmer, Speisewasser 10^0 C.)

$\frac{D}{B} = 0{,}61 \cdot \frac{7500}{570} \,\theta\, 8$ (mit „ , „ 80^0 C.)

1 qm Heizfläche verdampft kg Wasser stündlich:

$$\frac{D}{H} = \left(\frac{D}{B}\right) \cdot \left(\frac{B}{H}\right) = 7 \cdot 3 = 21 \text{ ohne Vorwärmer,}$$
$$= 8 \cdot 3 = 24 \text{ mit „ .}$$

Unter normalen Verhältnissen sollen 75 kg Steinkohlen auf 1 qm Rostfläche verbrannt werden, also $\frac{B}{R} = 75$ sein; dann ist das Verhältnis von Heizfläche und Rostfläche

$$\frac{H}{R} = \frac{\left(\frac{B}{R}\right)}{\left(\frac{B}{H}\right)} = \frac{75}{3} = 25.$$

Die Temperatur der abziehenden Rauchgase beträgt $T = 340^0$ C.

Je kleiner der Forcierungsgrad, um so besser der Wirkungsgrad, um so größer der Kessel. Der Betrieb ist billiger, die Anschaffungskosten größer.

Bei Neuanlagen mit steigendem Dampfverbrauch nimmt man:

$\frac{B}{H} = 2$, dann wird $w = 0{,}85 \cdot 0{,}8 = 0{,}68$.

$\left.\begin{array}{l} \frac{D}{B} = 0{,}68 \frac{7500}{640} = 7{,}85 \text{ ohne} \\ \frac{D}{B} = 0{,}68 \frac{7500}{570} = 8{,}75 \text{ mit} \end{array}\right\}$ Vorwärmer. $\left.\begin{array}{l} \frac{D}{H} = 7{,}85 \cdot 2 = 15{,}7 \text{ ohne} \\ \frac{D}{H} = 8{,}75 \cdot 2 = 17{,}5 \text{ mit} \end{array}\right\}$ Vorwärmer.

Für langsame Verbrennung $\frac{B}{R} = 50$ wird $\frac{H}{R} = \frac{50}{2} = 25$.

Temperatur der abziehenden Rauchgase $T = 240^0$.

Bestimmung des Wirkungsgrades einer Dampfkesselanlage. Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis der „wirklichen" Verdampfung zur „theoretischen".

Die wirkliche Verdampfung muß durch Versuche bestimmt werden.

Aus einem mindestens vierstündigen Versuch bestimmt man

1) wieviel Kilogramm Brennmaterial in 1 Stunde verbrannt wird (B).
2) wieviel Kilogramm Dampf in 1 Stunde erzeugt wird, durch Messen (besser Wiegen) des zugeführten Speisewassers (D).

Die „wirkliche Verdampfung" ist dann $\frac{D}{B}$.

Bezeichnet $\mathfrak{H}$ den Heizwert des Brennmaterials, t die Temperatur des Speisewassers in Celsiusgraden, dann ist die „theoretische Verdampfung" $\frac{\mathfrak{H}}{650 - t}$, so daß der Wirkungsgrad der Dampfkesselanlage sich ergiebt

$$w = \left(\frac{D}{B}\right) \cdot \frac{650 - t}{\mathfrak{H}}$$

Für Steinkohlen ist $\mathfrak{H} = 7500$ W.E., für Grundwasser $t = 10^0$, so daß $w = \frac{640}{7500} \cdot \left(\frac{D}{B}\right) = 0{,}0854 \left(\frac{D}{B}\right)$, wobei $\left(\frac{D}{B}\right)$ die „wirkliche Verdampfung" durch Versuch zu ermitteln ist.

Ausführung des Kamins. Die aus der Feuerungsanlage ausströmenden Rauchgase werden durch eine hohe Röhre abgeführt. Die heißen Rauchgase, welche die Röhre erfüllen, haben ein geringeres Gewicht wie die Atmosphäre, wodurch der nötige Zug hervorgebracht wird. Es ist klar, daß der Zug um so stärker ist, je höher der Kamin (Schornstein) aufgeführt ist. Der oberste Querschnitt des Kamins muß der kleinste sein, weil sich die Rauchgase durch Abkühlung zusammenziehen; die Größe desselben hängt von der Kaminhöhe und von der Rostfläche ab. Sie ist $^1/_4$ Rostfläche bei 16 m Höhe, $^1/_5$ Rostfläche bei 25 m und $^1/_6$ Rostfläche bei 30 bis 40 m.

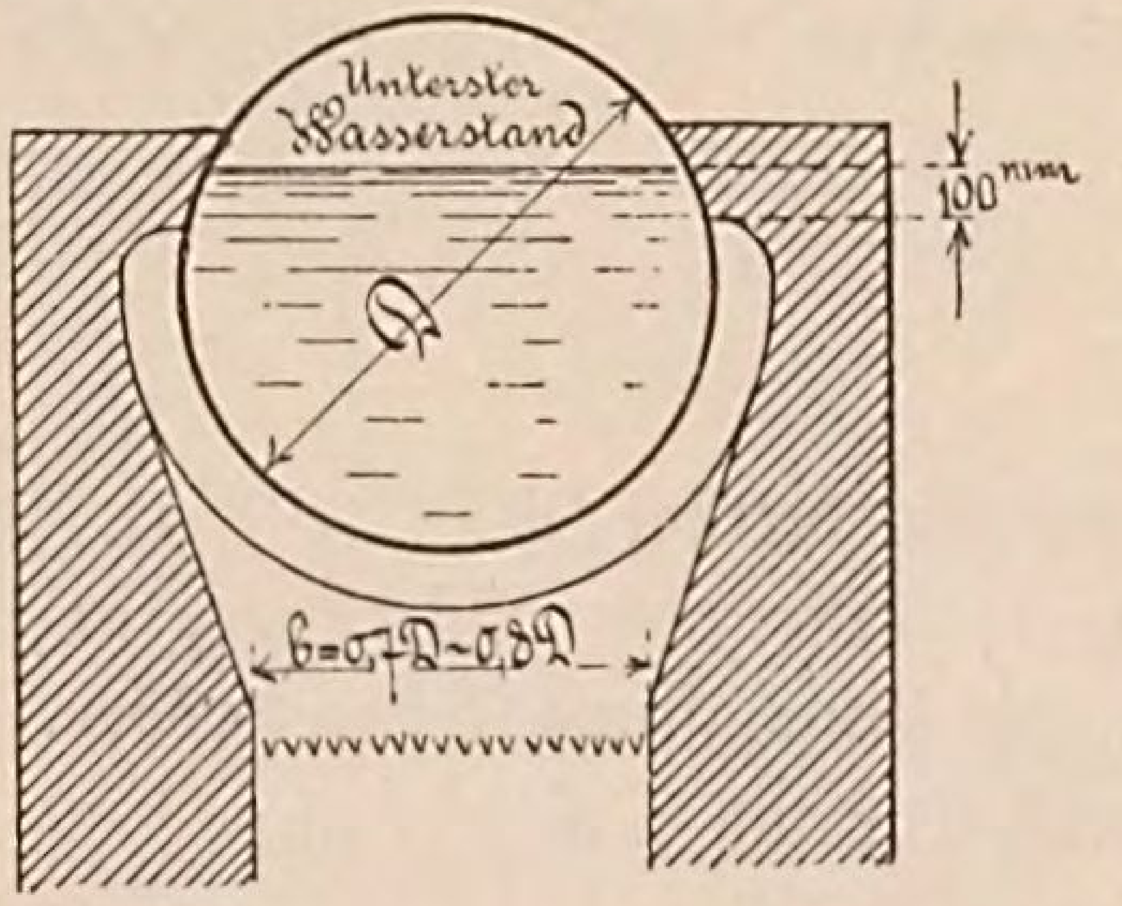


Fig. 32. Gewöhnlicher Zylinderkessel.

Fig. 33. Cornwallkessel.

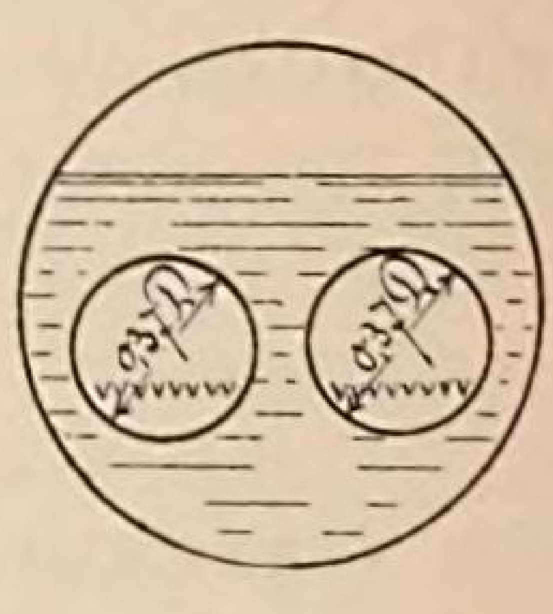


Fig. 34. Fairbairnkessel.

Ausführung der Kessel. Der einfachste Dampfkessel ist der „gewöhnliche Zylinderkessel" (Fig. 32). Bei demselben kann höchstens 0,55 des Umfanges zur Heizfläche benutzt werden, wodurch das Verhältnis des Wasserinhaltes zur Heizfläche ein ungünstiges wird. Um dasselbe günstiger zu gestalten, legt man durch den Wasserraum Röhren, in welchen sich der Rost befindet und durch welche die Rauchgase abziehen. Je nachdem ein Kessel eine Rauchröhre oder deren zwei besitzt, nennt man den Kessel Cornwall- oder Fairbairnkessel (Fig. 33 u. Fig. 34). Um die Heizfläche noch mehr zu vergrößern, bringt man in den Feuerröhren konische Wasserstutzen*) an, welche von den Rauchgasen umspült werden (Fig. 35).

Fig. 35. Rauchrohr mit Galloway-Stutzen.

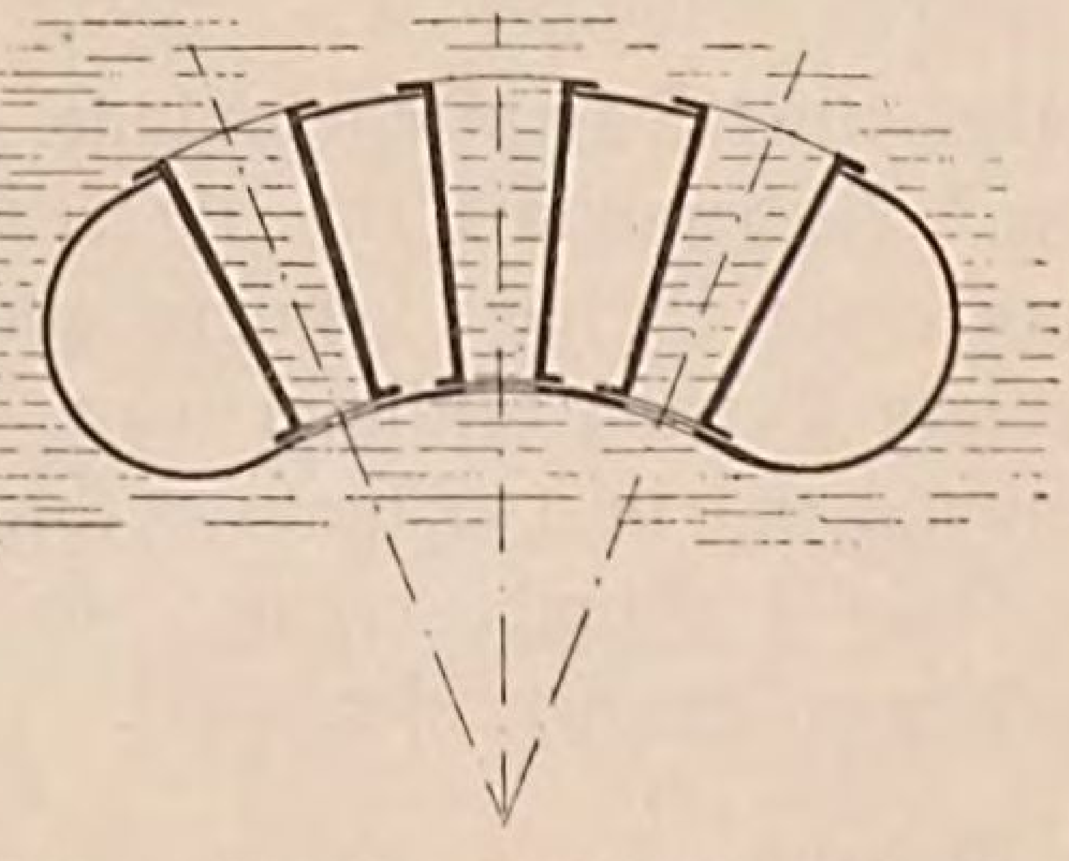


Fig. 36. Rauchrohr mit wurstförmigem Querschnitt.

Da die Fairbairnkessel schwer zu reinigen sind, so wendet man in neuerer Zeit ein Rauchrohr von wurstförmigem Querschnitt an, wie Fig. 36 zeigt.

Die Einmauerung des Kessels muß so erfolgen, daß die oberste Grenze der Heizfläche mindestens 100 mm unter dem untersten Wasserstand ist. Der Zwischenraum zwischen Kessel und Mauer soll größer als 10 cm (handbreit) sein wegen der bequemen Reinigung, aber auch kleiner als 16 cm wegen des Temperaturaustausches.

*) Diese Einsätze werden Galloway-Stutzen genannt.

Um die Heizfläche bei einem Zylinderkessel ohne Rauchröhren zu vergrößern, wendet man auch einen oder mehrere Nebenkessel an.

Bestrahlt der Rost den Hauptkessel, und ziehen die Rauchgase am Nebenkessel entlang, so nennt man den Nebenkessel „Vorwärmer“; ist es umgekehrt der Fall, so wird derselbe „Sieder“ genannt.

Sind zwei oder mehrere Hauptkessel mit ihren Nebenkesseln gleicher Ausführung gemeinschaftlich eingemauert, und werden sie von einem Roste aus erhitzt, so nennt man diese Ausführung „Batteriekessel“.

Fig. 37 und 38 stellen die Einmauerung eines einfachen Dampfkessels mit Vorwärmer und Treppenrost dar. Die Rauchgase umspülen zuerst den Hauptkessel

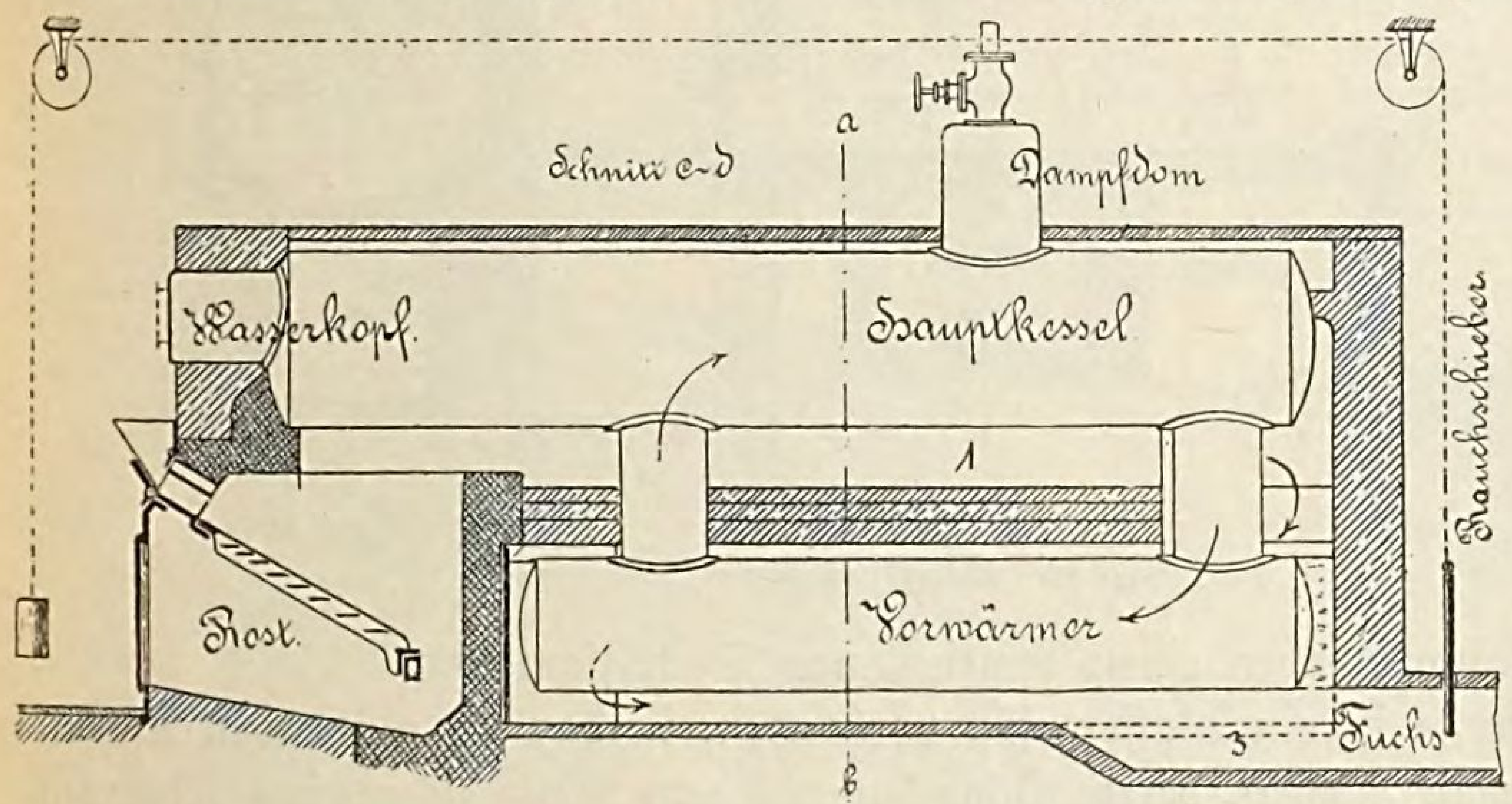


Fig. 37. Einfacher Dampfkessel. Längsschnitt.

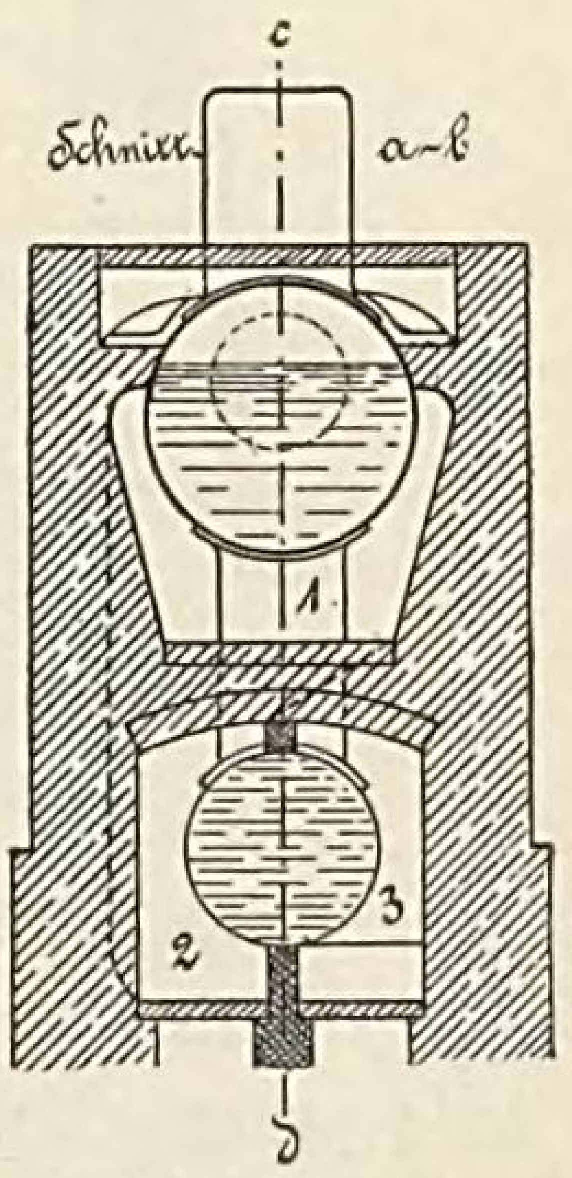


Fig. 38. Einfacher Dampfkessel. Querschnitt.

im Zug 1, ziehen dann im Zug 2 an der Seite des Vorwärmers nach vorn und gelangen durch Zug 3 auf der anderen Seite des Nebenkessels in den Fuchs, welcher die ausgenutzten Rauchgase in den Schornstein abführt. Im Fuchse ist ein Rauchschieber eingefügt, welcher vom Heizerstande aus gestellt werden kann; derselbe gestattet durch Veränderung des Fuchsquerschnittes die Regelung des Luftzuges. Der Vorwärmer, welcher zur Horizontalen geneigt ist, damit die entstehenden Dampfblasen rasch abziehen können, ist durch zwei Stutzen mit dem Hauptkessel verbunden, wodurch eine ringförmige Strömung des Wasserinhaltes eintritt.

Durch die Stirnmauer dringt nur ein Stutzen (Wasserkopf), einerseits um daran den Wasserstand befestigen zu können, andererseits um die Ausstrahlung des Kessels an die Umgebung möglichst zu vermindern.

Die Dampfentnahme geschieht an einem Ansatz (Dampfdom), welcher den Zweck hat, das mechanisch mitgerissene Wasser zurückzuhalten, den Dampf also zu trocknen.

Die Speisung erfolgt in den Vorwärmer.

Fig. 39 zeigt die Einmauerung eines Batteriekessels mit Sieder. Die auf dem Planroste entwickelten Rauchgase streichen zuerst im Zuge 1 gegen die Hinterseite, die Sieder bespülend, steigen dann in Zug 2, um an der Unterseite des Hauptkessels nach vorn zu ziehen, und gelangen durch Zug 3, welcher dem Dampfraume entlang läuft, nach dem Verlassen des Fuchses in den Schornstein.

Kessel und Sieder sind je durch 3 Stutzen verbunden, um die für die Dampfentwickelung günstige Wasserströmung zu befördern.

Der Wasserraum beider Systeme ist durch einen Querkessel S (Schlammsammler) verbunden, in dem die erdigen Verunreinigungen des Speisewassers sich absetzen.

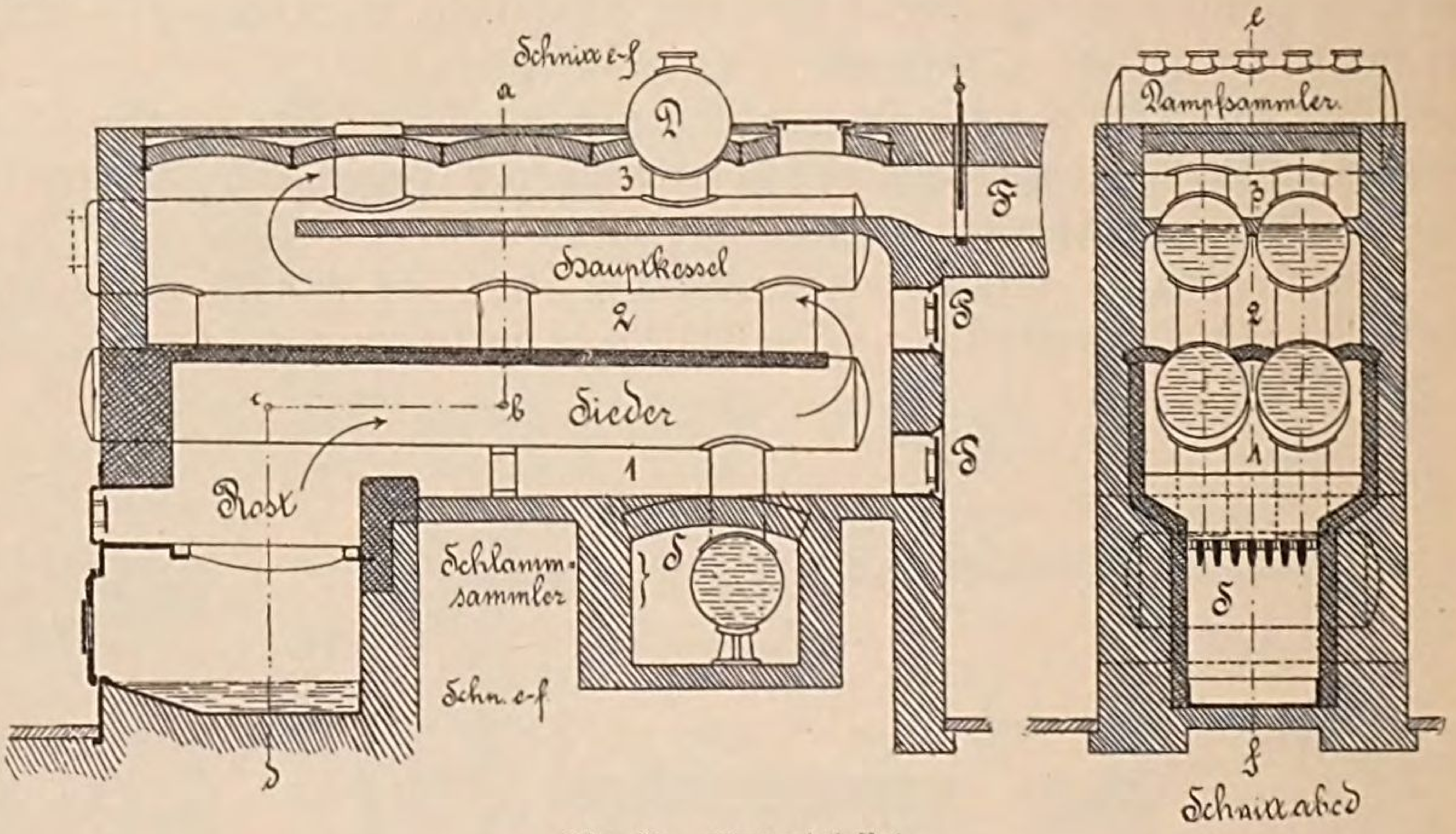


Fig. 39. Batteriekessel.

Die Dampfräume haben einen gemeinsamen Dampfsammler.

Unter dem Roste ist ein Wassergefäß vorhanden, in das die glühenden Aschenteile fallen. Hat man Kohlen, deren Schlacken auf dem Roste zu großen Klumpen zusammenbacken, so werden durch die entstehenden Wasserdämpfe die Schlacken verkleinert. Außerdem erlaubt der Wasserspiegel eine bequeme Besichtigung der Rostfläche.

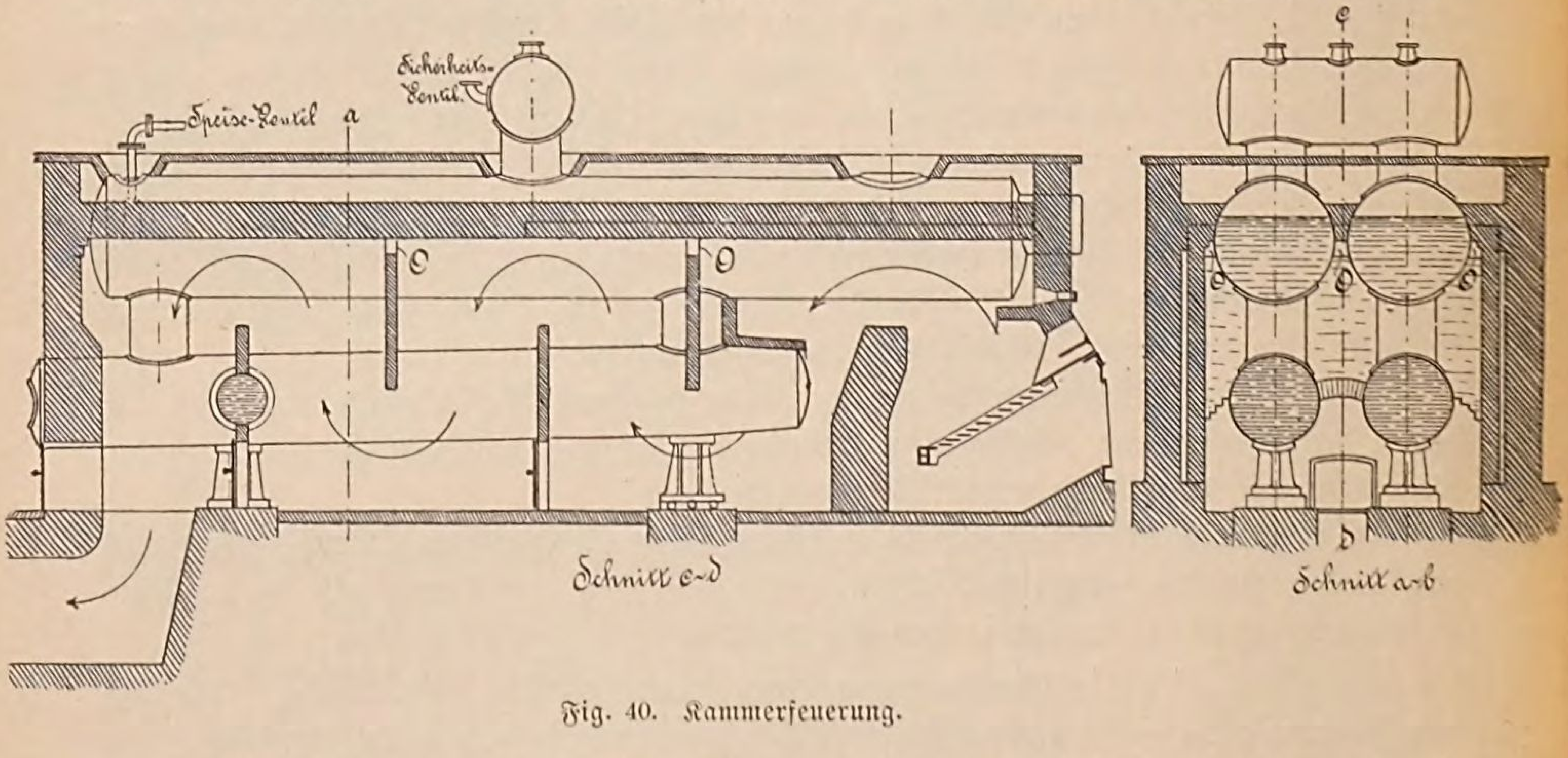


Fig. 40. Kammerfeuerung.

Die bisher angeführten Kesseleinmauerungen haben den Nachteil, daß die Rauchgase Haupt- und Nebenkessel nacheinander der Länge nach bestreichen, wodurch beide ungleich erwärmt werden. Durch die dadurch hervorgerufene verschieden große Ausdehnung treten nun relative Bewegungen auf, welche an den verbindenden Stutzen Undichtheiten hervorrufen.

Dieser Uebelstand ist bei der Kammerfeuerung vermieden, welche Fig. 40 darstellt. Bei dieser Einmauerung bestreichen die Rauchgase in der durch Pfeile angegebenen Weise Haupt- und Nebenkessel gleichzeitig. Die Oeffnungen O in den oben abschließenden Wänden lassen die im oberen Teile der Kammer sich sammelnden unverbrannten Gase in den Fuchs entweichen, um eine Explosion zu vermeiden.

In neuerer Zeit hat man die walzenförmigen Nebenkessel durch viele Röhren von kleinem Durchmesser ersetzt, die an ihren Enden an zwei Stirnwänden befestigt sind. Da die Rauchgase durch eingelegte Platten gezwungen werden, die Siede-

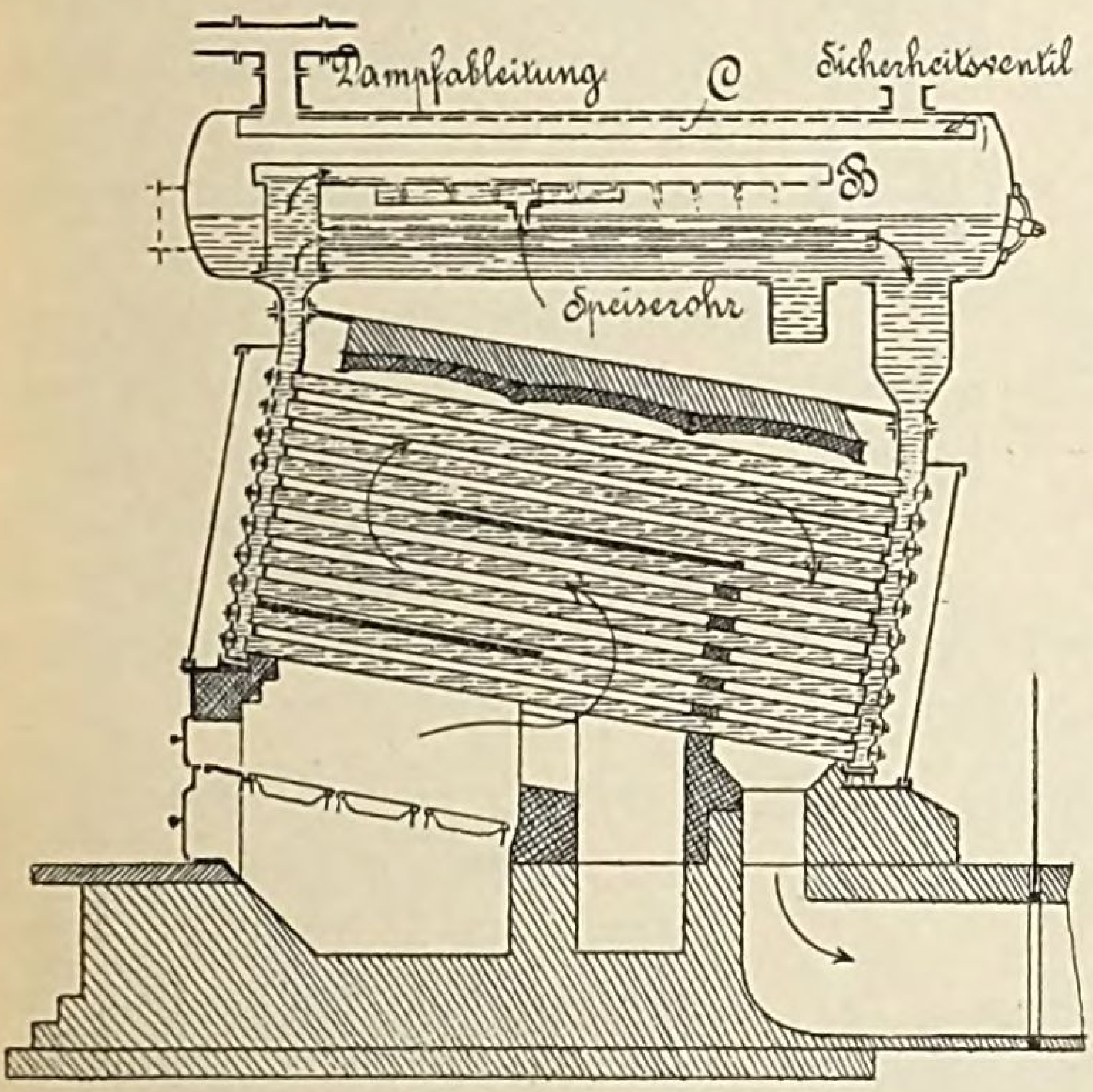


Fig. 41. Engwasserröhrenkessel von Steinmüller.

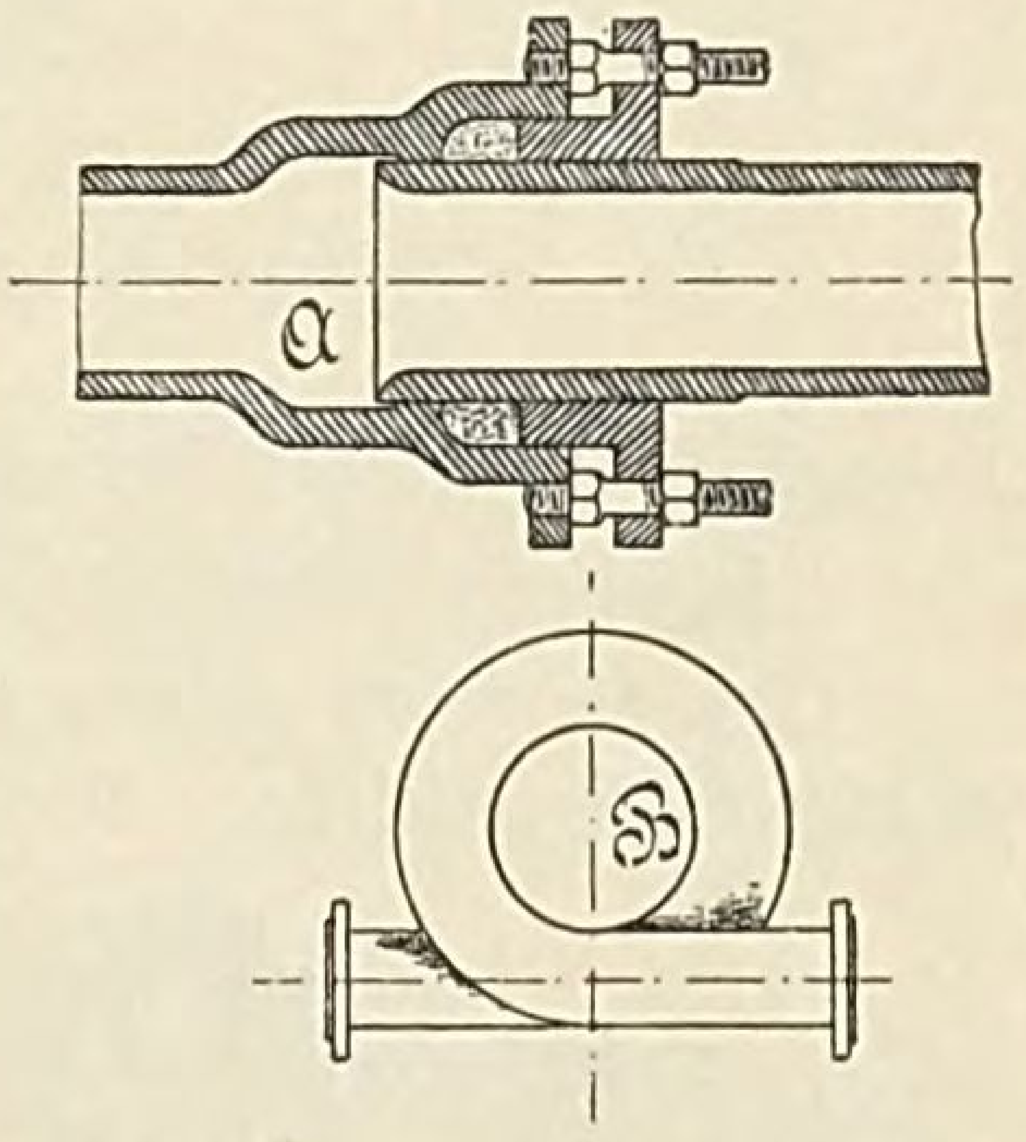


Fig. 42. A stopfbuchsenähnliches, B gebogenes Ausgleichstück.

röhren zu umspülen, so zeichnen sich diese „Engwasserröhrenkessel" durch eine große Heizfläche und deshalb lebhafte Verdampfung aus. Die Wasserströmung ist sehr energisch; das bei A aufsteigende Wasser fließt durch das geschlitzte Rohr B auf den Wasserspiegel des Oberkessels. Da diese Kesselart leicht nassen Dampf liefert, so wird der Dampf durch das oben gelochte Rohr C abgeleitet. Fig. 41 zeigt die Ausführung von „Steinmüller".

Die Dampfleitungsröhren. Die Verbindung zwischen Dampfkessel und -maschine wird durch Rohrleitungen hergestellt, bei welchen verschiedene Uebelstände zu berücksichtigen sind.

1. Veränderung der Länge durch Temperaturunterschiede. Bei Benutzung der Leitung nehmen die Röhren die Temperatur des Dampfes an, welche je nach dem Drucke verschieden ist.

Wird die Leitung nicht benutzt (z. B. beim Stillstand der Maschine), so nimmt die Leitung die Temperatur der Luft an.

Im Winter ist nun der Temperaturunterschied bedeutend, und es würden durch die hervorgebrachten Längenänderungen in der Leitung Spannungen entstehen, die Bruch oder wenigstens Beschädigungen der Dichtungen hervorbringen würden.

Bei 100° C Temperaturerhöhung dehnt sich aus:

$$\text{Gußeisen } \frac{1}{900}, \text{ Schmiedeeisen } \frac{1}{812}, \text{ Kupfer } \frac{1}{584}, \text{ der Länge.}$$

Eine gußeiserne Dampfleitung von 40 m Länge, dehnt sich bei einem Temperaturunterschied 160° C (— 10° und + 150°) aus, um

$$40 \cdot \frac{160}{100} \cdot \frac{1}{900} \cdot 1000 = 71 \text{ mm.}$$

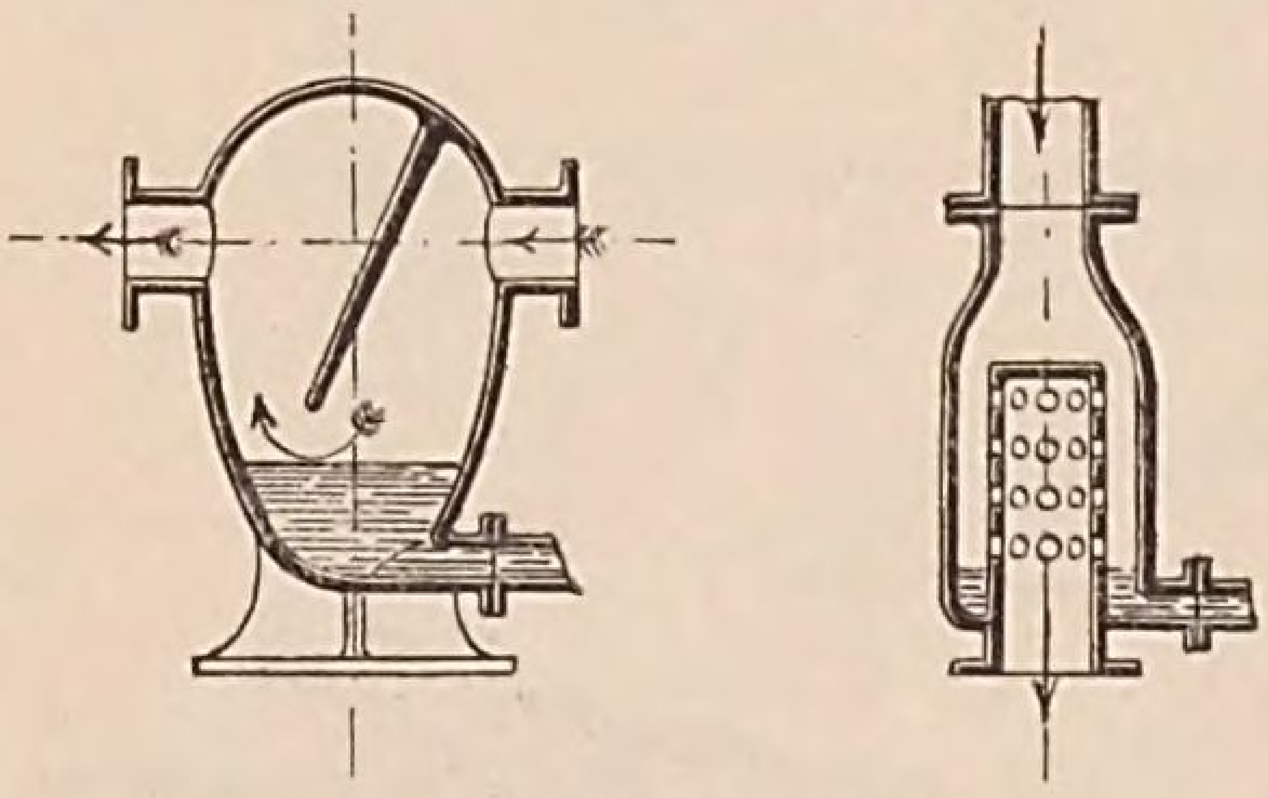


Fig. 43. Wasserabscheider.

Um die Längenänderungen unschädlich zu machen, schaltet man in die Leitungen Ausdehnungs- oder Ausgleichstücke ein, welche entweder stopfbüchsenähnlich (Fig. 42 A) oder als elastisches gebogenes Rohr ausgeführt (Fig. 42 B) sein können.

2. Wärmeausstrahlung und die dadurch bedingte teilweise Niederschlagung des Dampfes zu Wasser. (Dampfkondensation.)

Genaue Versuche haben ergeben, daß unter gewöhnlichen Umständen 1 qm nackte Rohroberfläche in einer Stunde je nach dem Materiale Dampf zu Wasser niederschlägt:

Gußeisen 3,2 kg, Schmiedeeisen 3,5 kg, Kupfer 2,6 kg.

Um die Ausstrahlung möglichst zu verhindern, umhüllt man die Röhren mit schlechten Wärmeleitern. Als Wärmeschutzmassen verwendet man mit Vorteil poröse Körper, wie Strohseile, Lehm, Kuhhaare mit Gips, Filz mit Asche eingerieben, Seidenabfälle, Kork, Kieselguhr und Patentmassen, von welch' letzteren die Massen von Leroy und Grünzweig die größte Verbreitung haben.

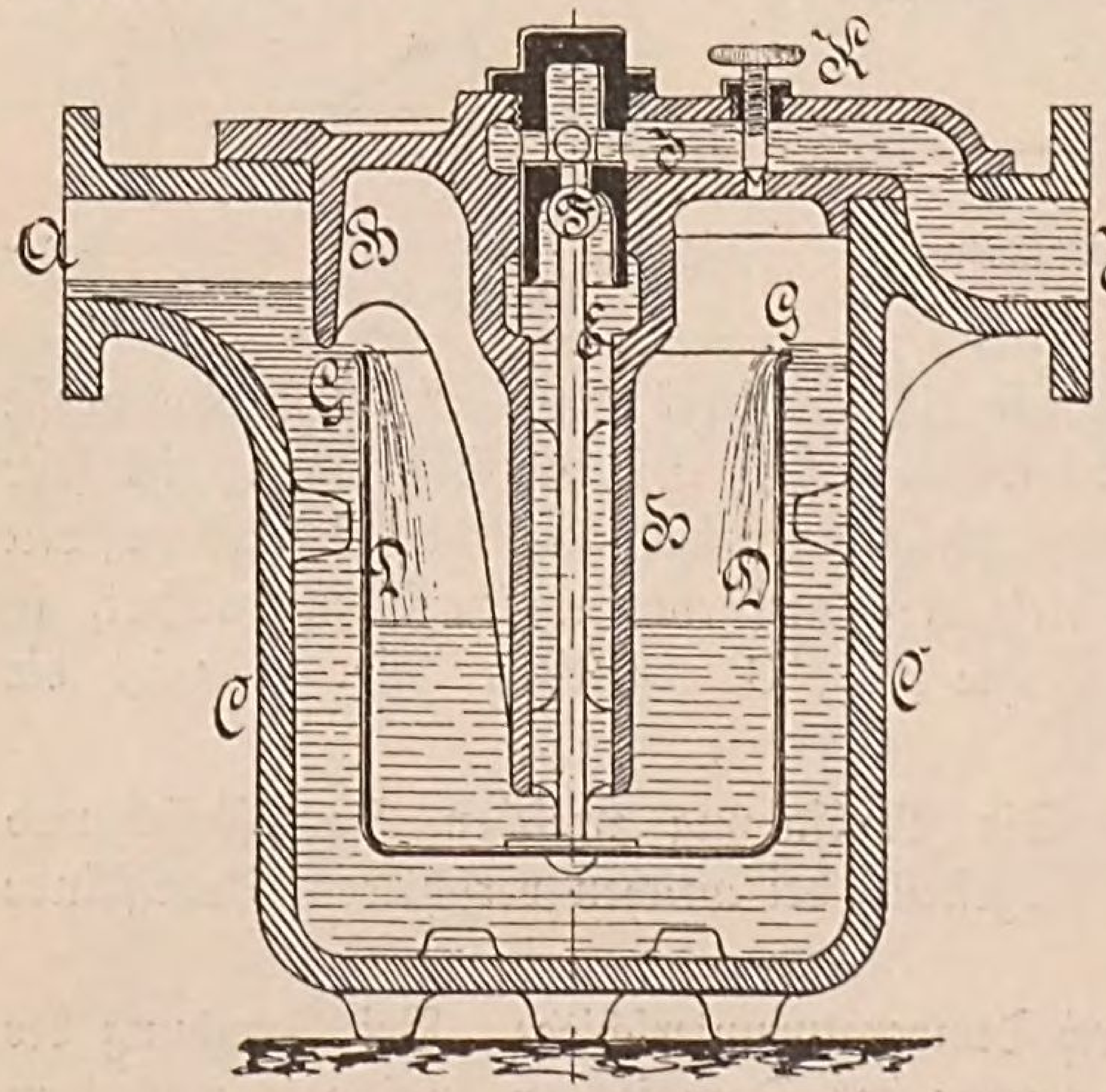


Fig. 44. Wasserableiter mit Schwimmer.

Nach Versuchen beträgt das Niederschlagwasser bei Röhren, welche isoliert sind, mit der Masse von Leroy $^1/_4$, mit Filz $^1/_6$, mit der Masse von Grünzweig $^1/_{10}$ der Menge bei nackten Röhren unter gleichen normalen Umständen.

Da das mitgerissene Kondenswasser eine rasche Abnutzung der Kolbenringe und des Zylinders der Dampfmaschine hervorbringt, so muß man auch bei vorzüglicher Isolierung dasselbe vor Eintritt in die Maschine entfernen, was durch die Wasserabscheider erfolgt.

Dieselben geben dem Dampfstrom eine plötzliche Richtungsänderung, welche zwar der Dampf, aber nicht die mitgerissene Feuchtigkeit annimmt, wodurch sich das Wasser im unteren Teil des Wasserfängers ansammelt. Fig. 43 zeigt zwei der vielen Aus-

führungen. Vom Wasserabscheider muß nun das Wasser entweder zeitweise mittels der Hand abgelassen werden, oder es wird selbstthätig entfernt durch die „Wasserableiter“.

1. Wasserableiter mit Schwimmer oder Kondensationstopf. (Fig. 44.)

Das vom Wasserabscheider kommende Kondenswasser tritt bei A ein und stößt gegen die Wand B, wodurch dasselbe außerhalb des Gefäßes D abfällt, und sich im äußeren Gefäße ansammelt. Dadurch schwimmt das Gefäß D, und verschließt mittels des kugelförmigen Endes der Stange E die Oeffnung F der eingeschraubten Büchse. Sobald das Kondenswasser bei genügendem Zufluße den Rand G des Gefäßes D erreicht hat, fließt es in das Innere desselben. Bei genügender Füllung sinkt das Gefäß unter, wodurch die Oeffnung F frei wird. Infolge des Dampfdruckes wird der Wasserinhalt des Gefäßes D durch Rohr H, Oeffnung F und den Kanal J solange entfernt, bis das Gefäß wieder zu schwimmen beginnt, und dadurch die Oeffnung F wieder verschlossen wird. Die Entfernung des Wassers erfolgt aus diesem Grunde stoßweise. Die Schraube K dient dazu, die sich im oberen Raume ansammelnde Luft in den Abflußkanal J ablassen zu können.

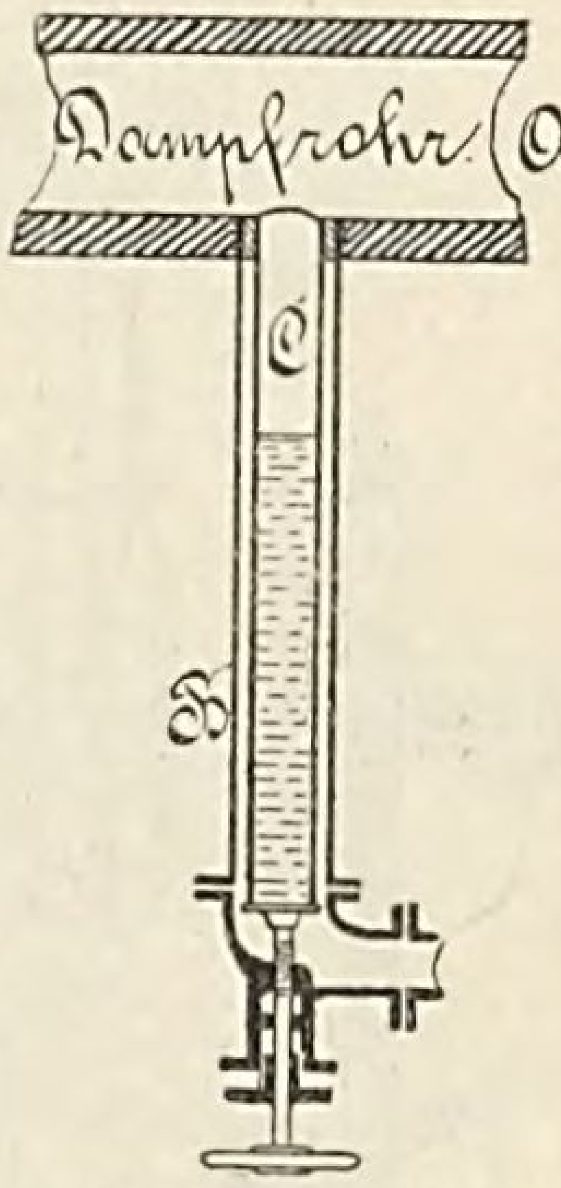


Fig. 45. Wasserableiter mit Ausdehnungsrohr.

2. Wasserableiter mit Ausdehnungsrohr. (Fig. 45.)

In das Dampfrohr A, das entwässert werden soll, ist ein eisernes Rohr B eingeschraubt. Im Innern desselben befindet sich ein Rohr C aus Zink, welches durch einen Teller verschlossen ist, der durch eine Spindel an den Rand angedrückt werden kann, während Dampf ausströmt. Allmählich sammelt sich im Zinkrohr C Kondenswasser, welches sich durch Ausstrahlung abkühlt und dadurch eine Verkürzung des Rohres hervorbringt. Dadurch hebt sich der Rand vom Teller ab, wodurch das Kondenswasser aus dem Rohre C fließt. Sobald aber Dampf von höherer Temperatur nachströmt, dehnt sich das Zinkrohr aus und preßt sich wieder dicht auf den Teller, wodurch sich der Vorgang wiederholt.

Maschinen zur Ortsveränderung der Körper.

I. Von den Maschinen, welche die räumliche Lage von festen Körpern verändern, sollen hier nur die Aufzüge kurz behandelt werden, da deren Anwendung bei den in Folgendem behandelten Gewerben eine häufige ist.

Die mangelhafte Ausführung der Aufzüge ist die Ursache von vielen Unglücksfällen, besonders wenn mit denselben Personen befördert werden.

Um den Betrieb eines Aufzuges möglichst gefahrlos zu gestalten, soll derselbe folgenden Bedingungen genügen:

1) Die Aufzugsvorrichtung soll möglichst sicher ausgeführt sein und zwar derart, daß die Aufzugstrommel festgestellt wird, sobald ein Bruch des Windwerkes eintritt.

2) Beim Bruche des Zugorganes (Seil, Gurt, Kette) soll durch eine verläßige „Fangvorrichtung“ der Förderstuhl festgehalten werden.

3) Es soll durch „Schachtverschlüsse“ verhindert werden, daß der Förderschacht betreten werden kann, so lange sich der Fahrstuhl nicht in der Höhe des Bodens befindet und die Aufzugsvorrichtung in Thätigkeit ist.
4) Soll eine Vorrichtung angebracht sein, welche den Förderkorb festhält, sobald derselbe bei der Abwärtsbewegung auf ein Hindernis stößt, da es schon öfter vorgekommen ist, daß Personen, welche nach dem unten vermeinten Fahrstuhle sehen wollten, von dem abwärtsgehenden erfaßt und getötet wurden.

Bei vielen Aufzügen sind an die Trommel zwei Fahrstühle so angehängt, daß sich der eine hebt, während der andere sich senkt, wodurch das Gewicht des Fahrstuhls ausgeglichen wird. Ist dies nicht der Fall, so soll der Aufzug so eingerichtet sein, daß die Auffahrt langsam erfolgt (um eine geringere Belastung des Betriebsmotors zu erhalten), die Abfahrt rascher vor sich geht (um Zeit zu ersparen).

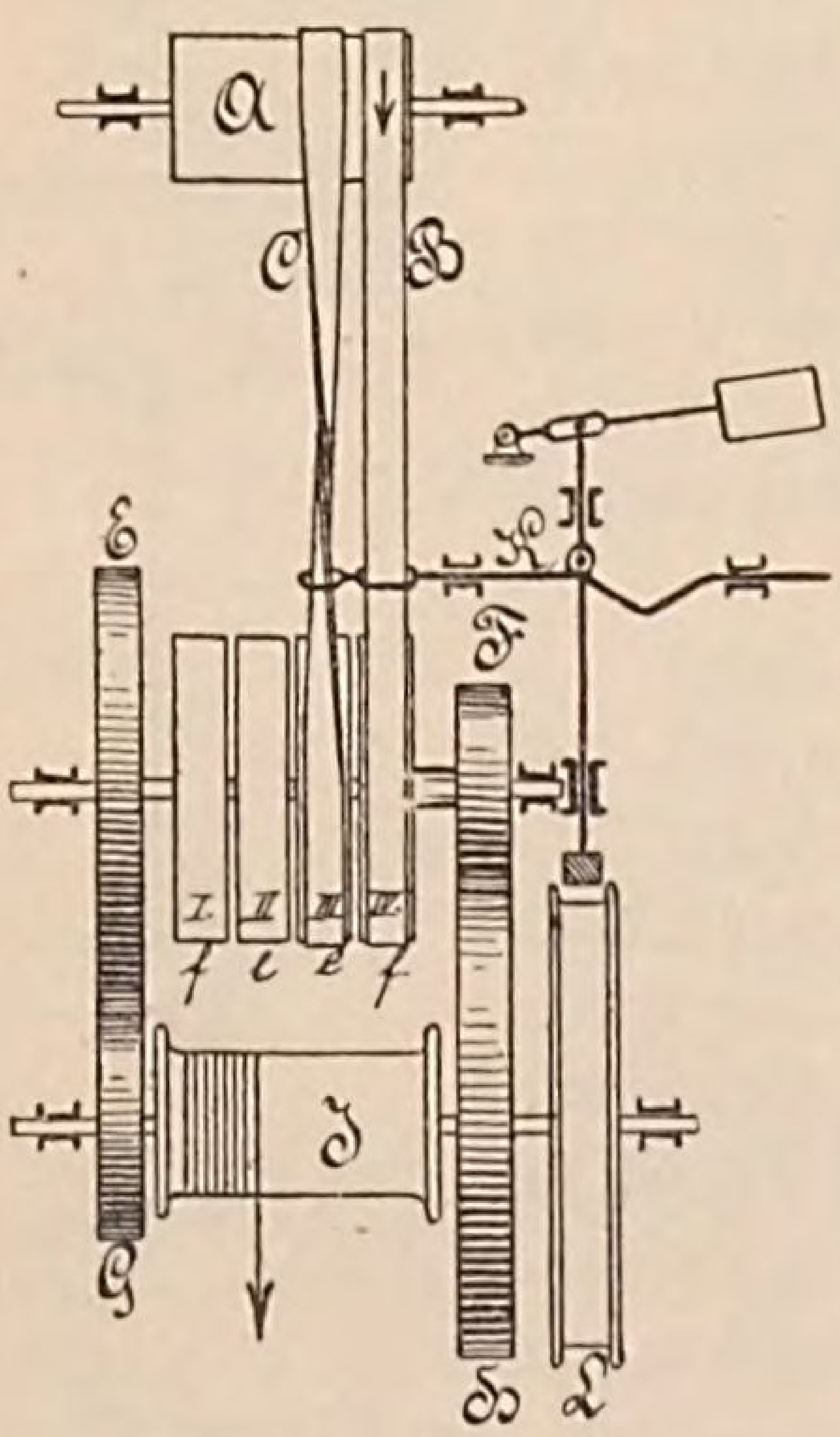


Fig. 46. Transmission.

In beiden Fällen soll der Aufzug in jeder Lage in Ruhe versetzt werden können.

Die Aufzüge können durch drehende Wellen, sowie durch Wasser- und Luftdruck betrieben werden, wonach man Transmissions-, hydraulische und pneumatische Aufzüge unterscheidet.

a. Transmissionsbetrieb. Die verbreitetste Art ist in Fig. 46 wiedergegeben.

A ist eine Riemenscheibe, welche stets in gleichem Sinne und mit derselben Umdrehungszahl gedreht wird. Dieselbe ist durch den offenen Riemen B und den gekreuzten C mit der Vorlegewelle D verbunden.

Auf dieser Welle sitzt fest das Zahnrad E, sowie die Riemenscheibe I; die Scheiben II, III und IV drehen sich darauf lose. Scheibe IV ist durch eine hohle Welle mit dem Zahnrade F verbunden. Die beiden Zahnräder E und F greifen entsprechend in die Zahnräder G und H ein, welche auf der Welle der Aufzugstrommel festsitzen. Läuft der gekreuzte Riemen auf der Losscheibe III, der offene aber auf der Festscheibe IV (gezeichnete Stellung), so wird deren Umdrehung (durch das Zahnradpaar F H verringert) auf die Trommel J übertragen, wodurch die Hebung der Last hervorgebracht wird.

Wird die Riemenführung K zwei Riemenbreiten nach links verschoben, so läuft der offene Riemen auf der Losscheibe II und der gekreuzte auf Festscheibe I, wodurch die Trommel J durch das Zahnradpaar E G eine raschere Drehung erhält, welche eine Abwärtsbewegung des Fahrstuhles hervorbringt.

Soll der Fahrstuhl stille stehen, so sind beide Riemen auf die Losscheiben II und III zu schieben. Bei dieser Stellung wird zugleich durch eine Bremseinrichtung die Trommelwelle an dem Bremsrade L gehalten. (Die Bremseinrichtung ist in der Zeichnung im Schema angegeben.)

Eine andere Ausführung (Laue, Wädensweil) ist in Fig. 47 angegeben.

An der Achse der Seiltrommel A ist eine große Riemenscheibe B angebracht,

welche durch eine untenliegende Transmission gedreht wird, sobald man den verbindenden Riemen C spannt. Die Spannung des Riemens geschieht durch Heben der Scheibe B, was vermittels des Hebels D und der Rollen E durch Ziehen an dem Steuerungsseil F erreicht wird. Durch die Drehung der Trommel wird der Fahrstuhl am Zugorgan G gehoben. Läßt nun der Zug an der Steuerleine vollständig nach, so bewirkt das Gewicht H ein Senken des Hebels D und der Trommelachse, wodurch die Riemenspannung aufhört. Es würde der Fahrstuhl mit Fallgeschwindigkeit abwärtsgehen, wenn sich die Scheibe B nicht gleichzeitig auf den Bremsklotz J aufsetzen würde. Infolge der Reibung, welche durch ihr Gewicht hervorgebracht wird, wird eine Drehung derselben und damit eine Bewegung des Fahrkorbes verhindert. Soll der Fahrstuhl nach abwärts gehen, so ist durch leichtes Ziehen an der Steuerleine F die Scheibe B soviel zu heben, daß die Reibung entsprechend vermindert wird. Es gelten also folgende Regeln:

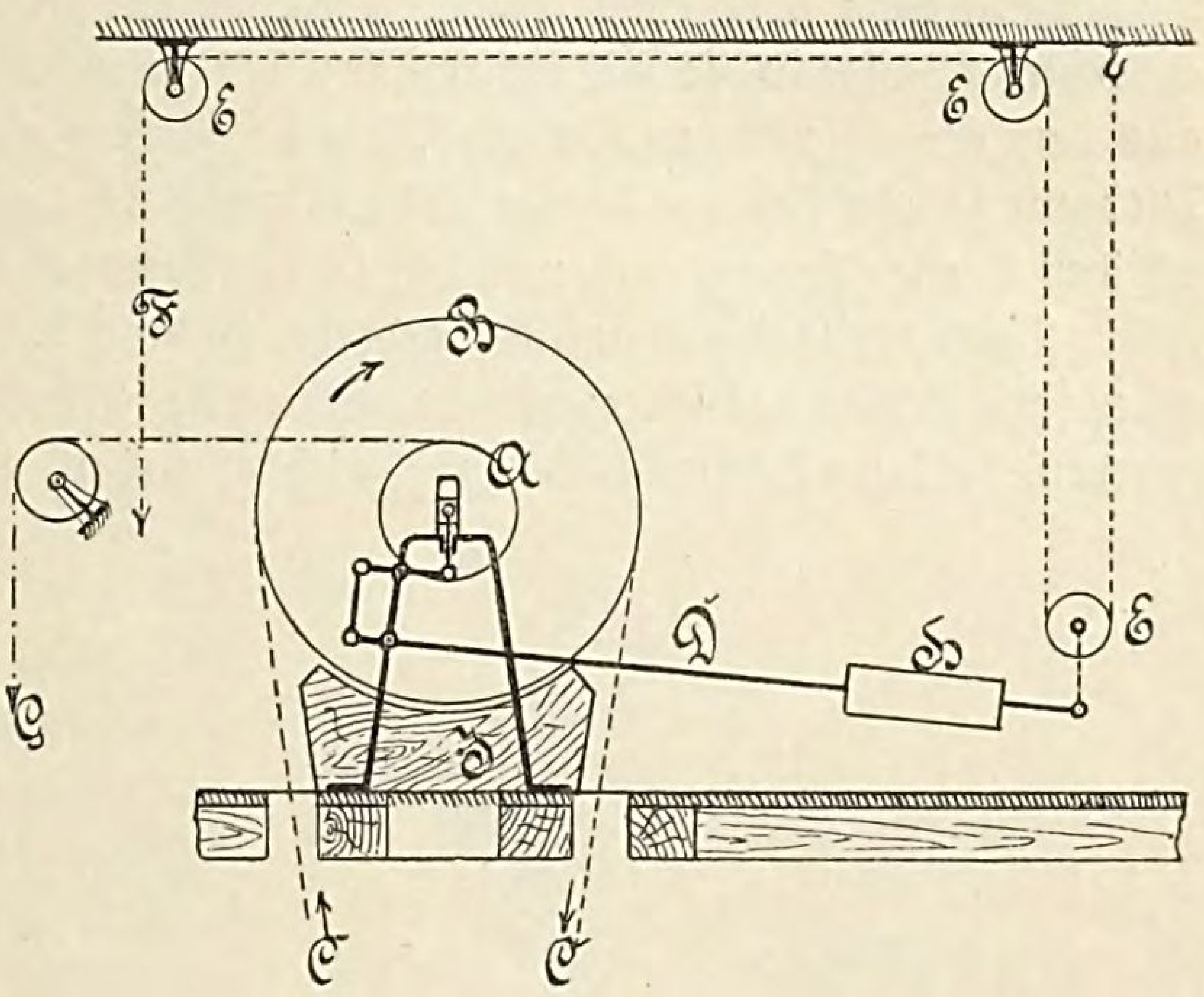


Fig. 47. Transmission von Laue.

Steuerleine stark anziehen — Fahrstuhl aufwärts,
„ loslassen — „ steht still,
„ leicht anziehen — „ abwärts.

Es ist ein Uebelstand, daß bei unentschlossenem Anziehen der Steuerungsleine der Fall eintreten kann, daß die Scheibe weder auf dem Bremsklotz aufsitzt, noch die Riemen gespannt sind; dann geht aber der Fahrstuhl mit der Geschwindigkeit des freien Falles nach abwärts.*)

b. Hydraulischer Antrieb. 1) Unmittelbare Hebung wird durch Einrichtungen hervorgebracht, welche das Prinzip der hydraulischen Presse benützen. Sind diese Aufzüge nur mit einem Stempel ausgeführt, so haben sie den Nachteil, daß man mit dem Aufzuge eben so tief nach abwärts muß, als die Last gehoben werden soll. Da der Grundwasserstand nun in den meisten Orten diese tiefe Ver-

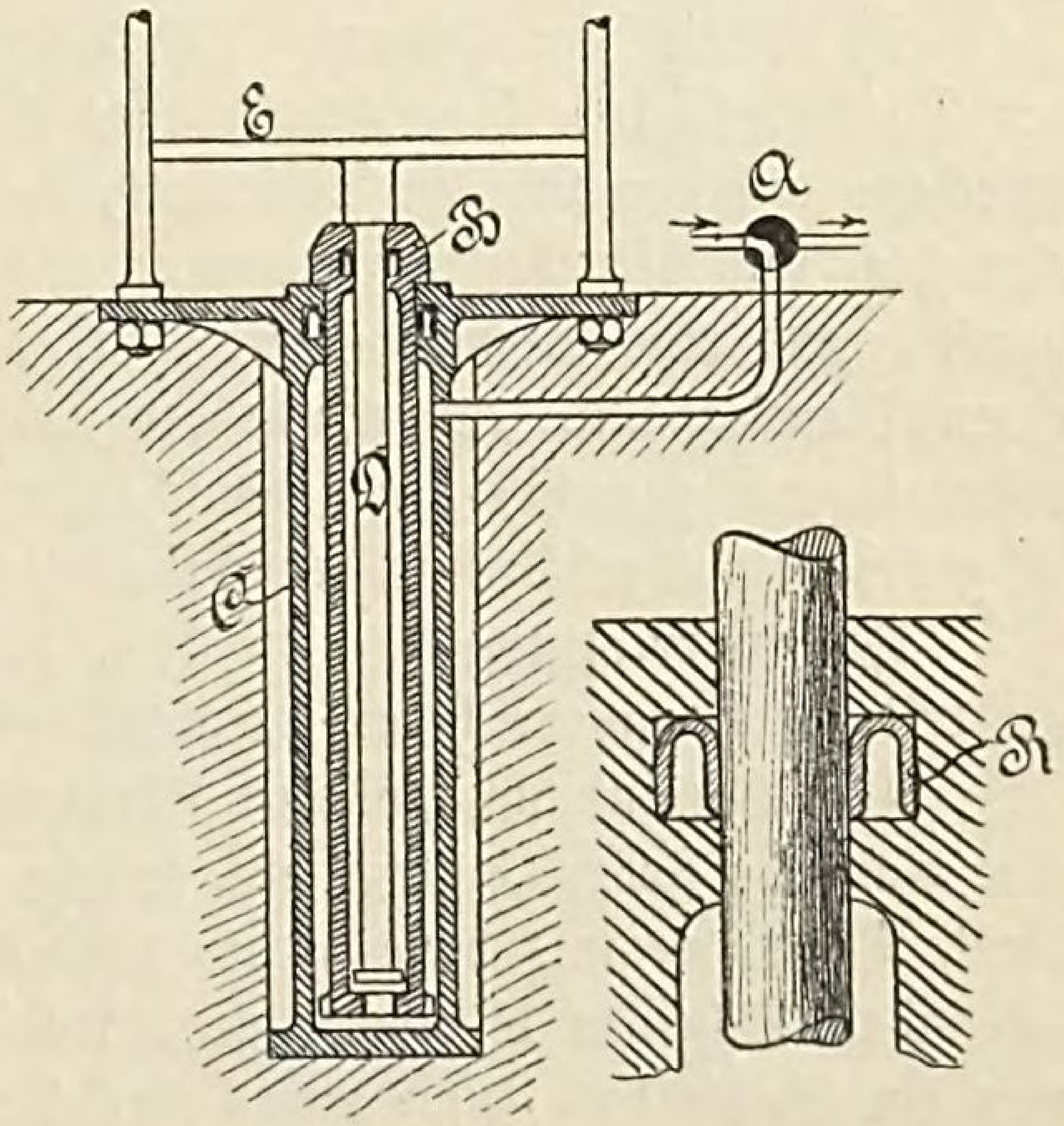


Fig. 48. Hydraulisches Hebezeug.

*) Ohne Geschwindigkeitsbremse.

senkung erschwert, so führt man solche hydraulische Hebezeuge mit mehreren Stempeln aus, welche sich nacheinander (teleskopartig) herausschieben. (Fig. 48.) Von einer Hochdruckleitung oder einer Pumpe tritt bei entsprechender Stellung des Hahnes A gepreßtes Wasser in die Räume zwischen den Stempeln, wodurch der hohle Stempel B aus dem Gehäuse C gedrückt wird, bis der Anstoß ein weiteres Austreten verhindert. Alsdann schiebt sich der innere volle Stempel D aus dem hohlen Stempel B. (In gleicher Weise können auch mehrere hohle Stempel ausgeführt sein.)

Wird der Hahn A um 90° gedreht, so kann das Wasser abfließen und der Hebeteller sinkt infolge des Gewichtes der Stempel. Wird dem Hahn die mittlere Stellung gegeben, so kann Wasser weder zu- noch abfließen, wodurch der Teller stehen bleibt.

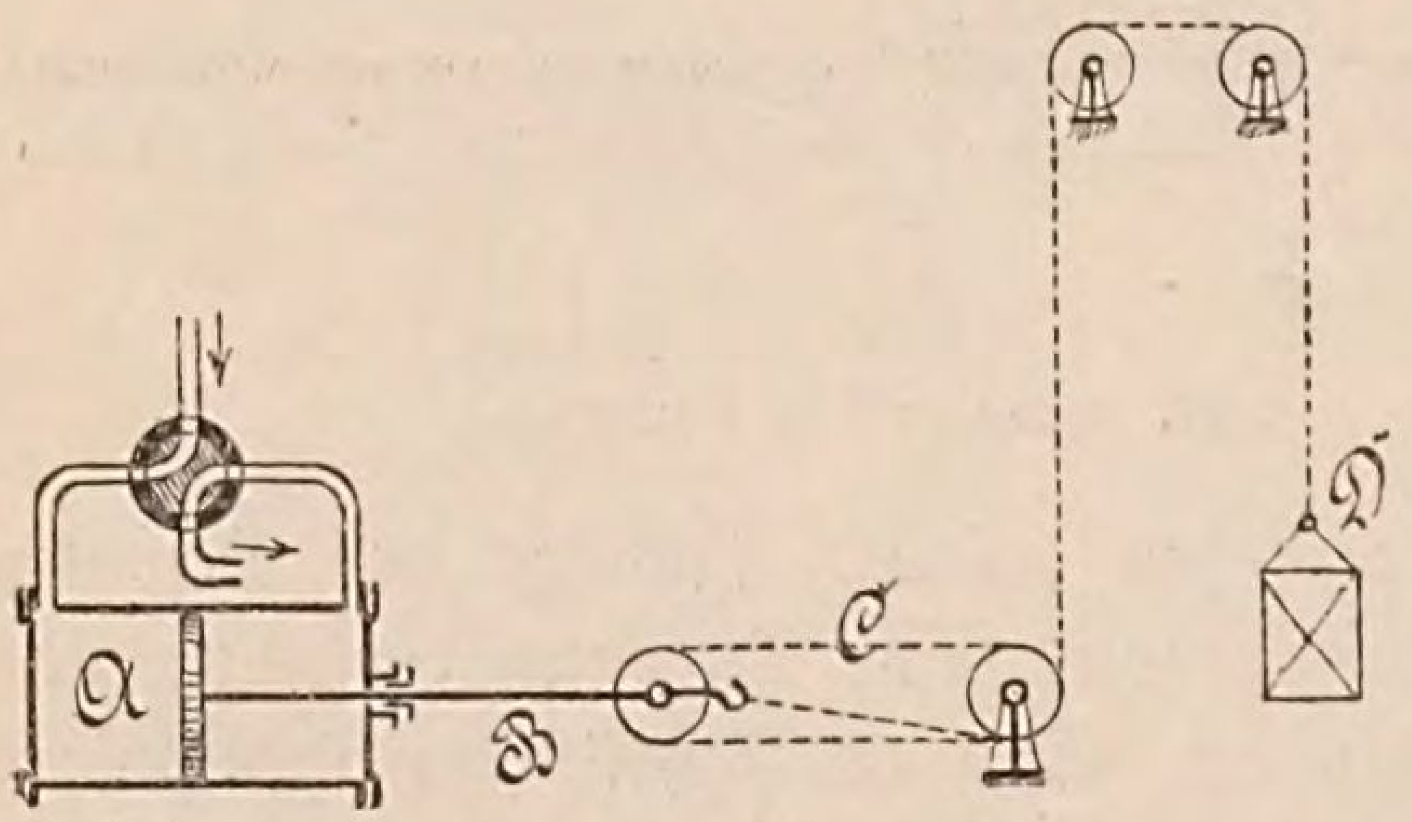


Fig. 49. Mittelbare Hebung.

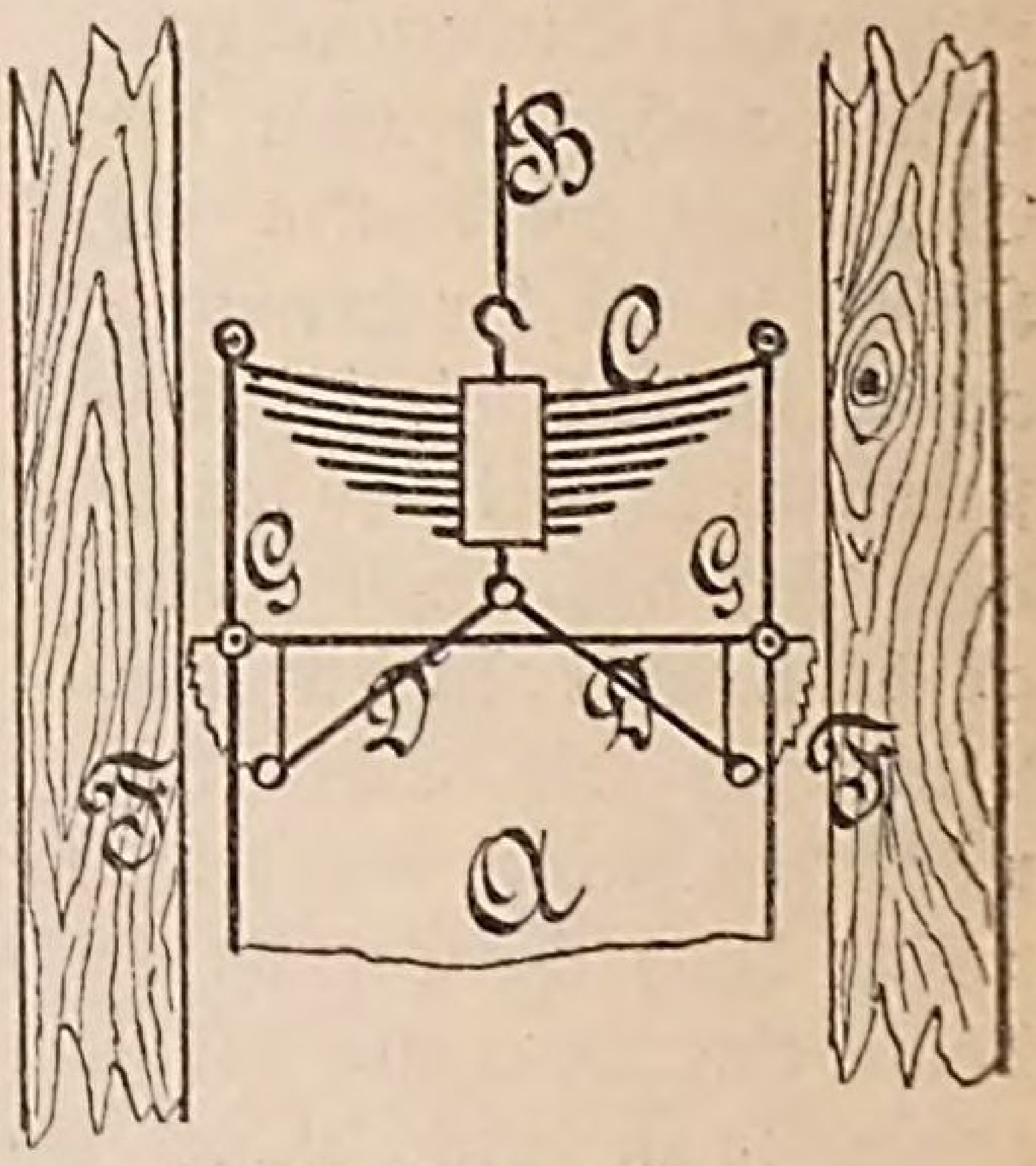


Fig. 50. Fangvorrichtung.

Die Abdichtung der Stempel erfolgt durch die Bramah- oder Ledermanschetten-Dichtung. Dieselbe besteht aus einem Lederring R von U förmigem Querschnitte, der um so stärker von dem austretenden Wasser an den Stempel gepreßt wird, je größer die Spannung desselben ist.

2) Mittelbare Hebung. (Fig. 49.) Aehnlich wie bei einer Dampfmaschine der Dampf, so tritt hier Druckwasser abwechselnd auf beiden Seiten ein und entsprechend auf der anderen Seite aus, wodurch der Kolben nebst der Kolbenstange B eine hin- und hergehende Bewegung erhält. Die Verteilung des Druckwassers kann durch irgend eine Steuerung erfolgen, z. B. am einfachsten (wie gezeichnet) durch einen Vierweghahn. Am Ende der Kolbenstange sind die losen Rollen (neben einander liegend gedacht) eines Flaschenzuges C angebracht. Die Anzahl der Rollen ist gleich dem Verhältnisse der Fahrstuhlerhebung zum Kolbenhub.

Fangvorrichtungen. In Fig. 50 ist der Grundgedanken der am meisten verbreiteten Fangvorrichtung veranschaulicht.

Die Verbindung zwischen Förderkorb A und dem Zugorgan B, wird durch eine elastische Feder C hergestellt, welche sich durch das Gewicht des ersteren durchbiegt. Die Bewegung dieser Feder wird durch Stangen D auf die seitlich angebrachten, unrunden Scheiben F übertragen, welche um die Achsen G drehbar sind. Tritt nun ein Bruch des Zugorganes ein, so nimmt die Feder ihre ursprüngliche Lage an, wodurch mit Hilfe der Stangen D die gezahnten Scheiben F an die Führungsbalken angepreßt werden, wodurch sie sich festklemmen, und den Förderkorb halten.

Eine andere Art zeigt Fig. 51.

Der Fahrkorb nimmt bei seiner Bewegung ein endloses Seil B mit, das längs seiner ganzen Hubhöhe ausgespannt ist. Tritt ein Bruch des Zugorganes C ein, an welchem der Fahrstuhl hängt, so findet die Rolle D keinen Widerstand mehr, wodurch das Gewicht E mit Hilfe eines Seiles den Winkelhebel G dreht. Durch diese Bewegung wird das endlose Seil B an die gezahnte Fläche H angedrückt und eingezwängt, wodurch der Fahrstuhl am Absturz verhindert wird.

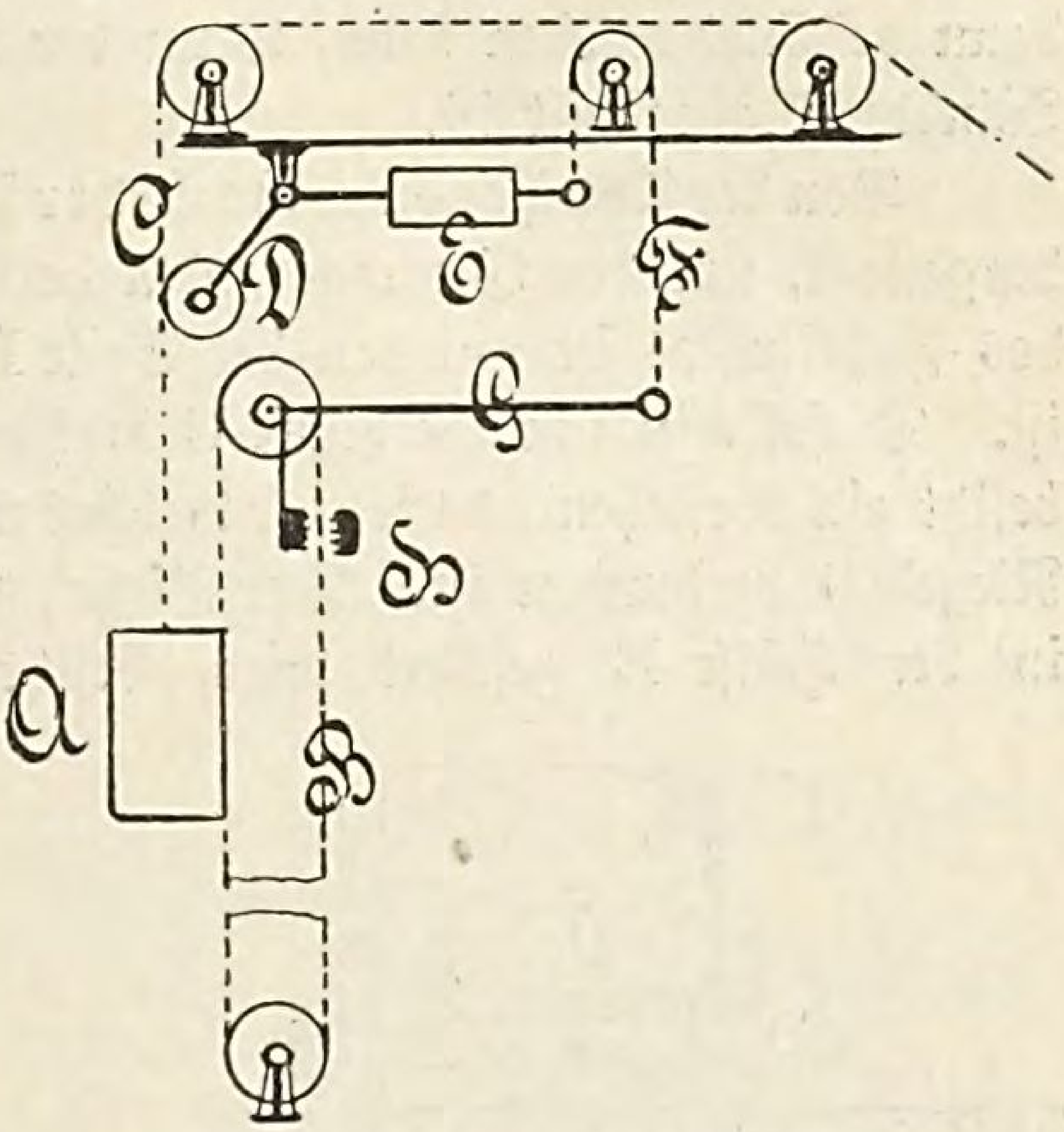


Fig. 51. Fangvorrichtung.

Fig. 52 zeigt die Ausführung einer Fangvorrichtung an einem Aufzuge, wie er für Säcke üblich ist. Die längs der Rückwand an beiden Seiten verlaufenden Flachschienen A sind quer durch das Winkeleisen B verbunden. Gegen dasselbe drückt unter Zwischenschaltung einer Schneckenfeder C die Zugstange D, welche den Fahrstuhl E trägt. Durch das Eigengewicht desselben wird die Feder zusammengepreßt. Damit die Förderlast die Feder nicht zu stark beansprucht, legt sich

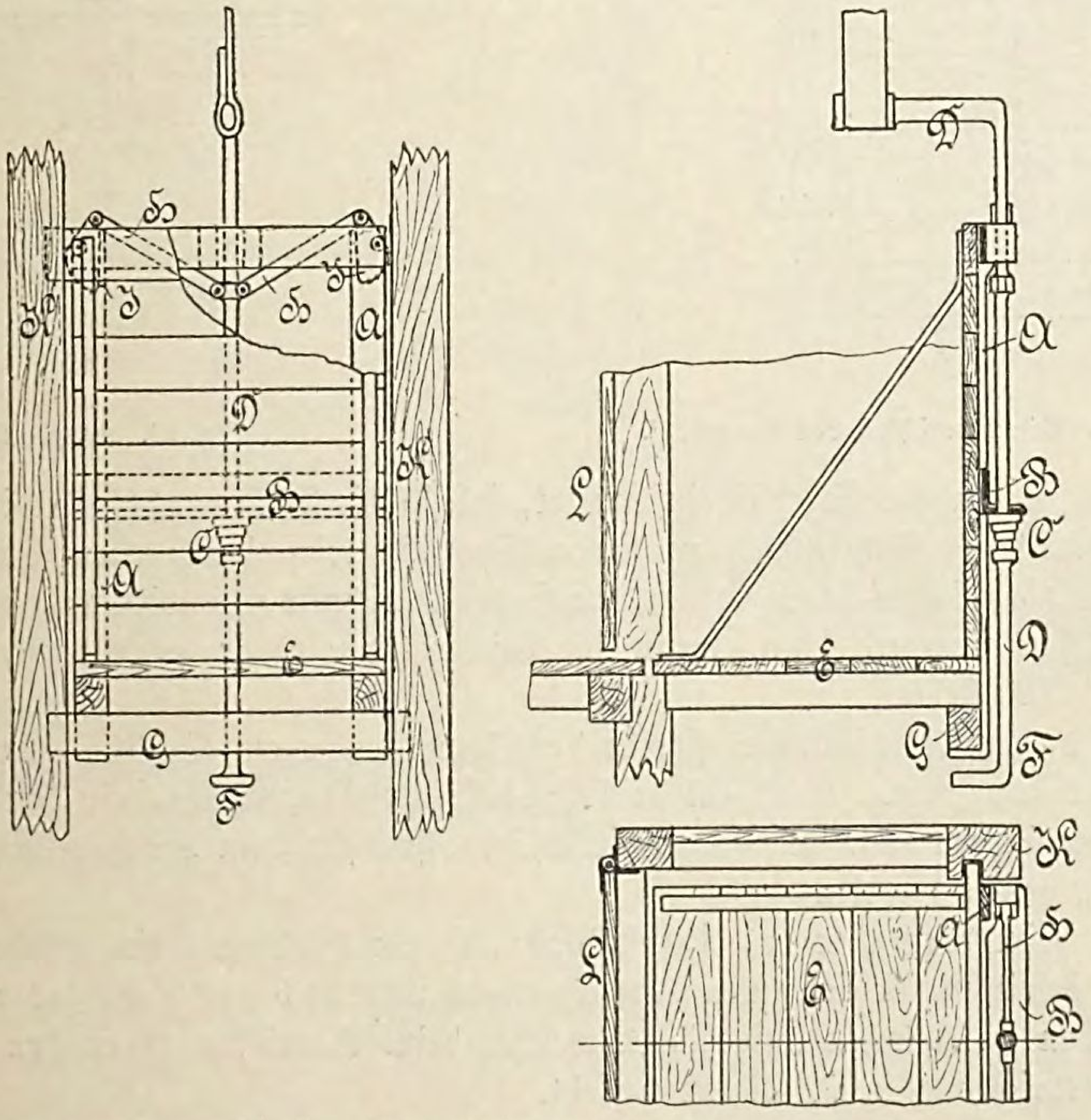


Fig. 52. Fangvorrichtung.

Haken F an den Querbalken G. Sobald aber der Traggurt reißt, so dehnt sich die Feder aus, zieht die Tragstange D abwärts, und preßt durch Vermittelung der

Stangen H die gezahnten unrunden Scheiben an die seitlichen Führungen. Der Zugang zum Fahrschacht ist durch die drehbare Thüre L geschützt, welche nur dann geöffnet werden kann, wenn der Fahrstuhl die gezeichnete Lage hat und das Windwerk abgestellt ist.

Von der Unzahl von Schachtverschlüssen ist derjenige von Vonhoff in Fig. 53 dargestellt, um den Grundgedanken derselben angeben zu können. Das Trittbrett A des Fahrstuhles ist nur von der Seite B zugänglich, sobald die Schachtthüre geöffnet ist. Dieselbe ist um die Achse C drehbar und besitzt ein vorstehendes Gelenk, welches mit dem Riegel D verbunden ist. Der Riegel, welcher in der Hülse E geführt wird, besitzt einen

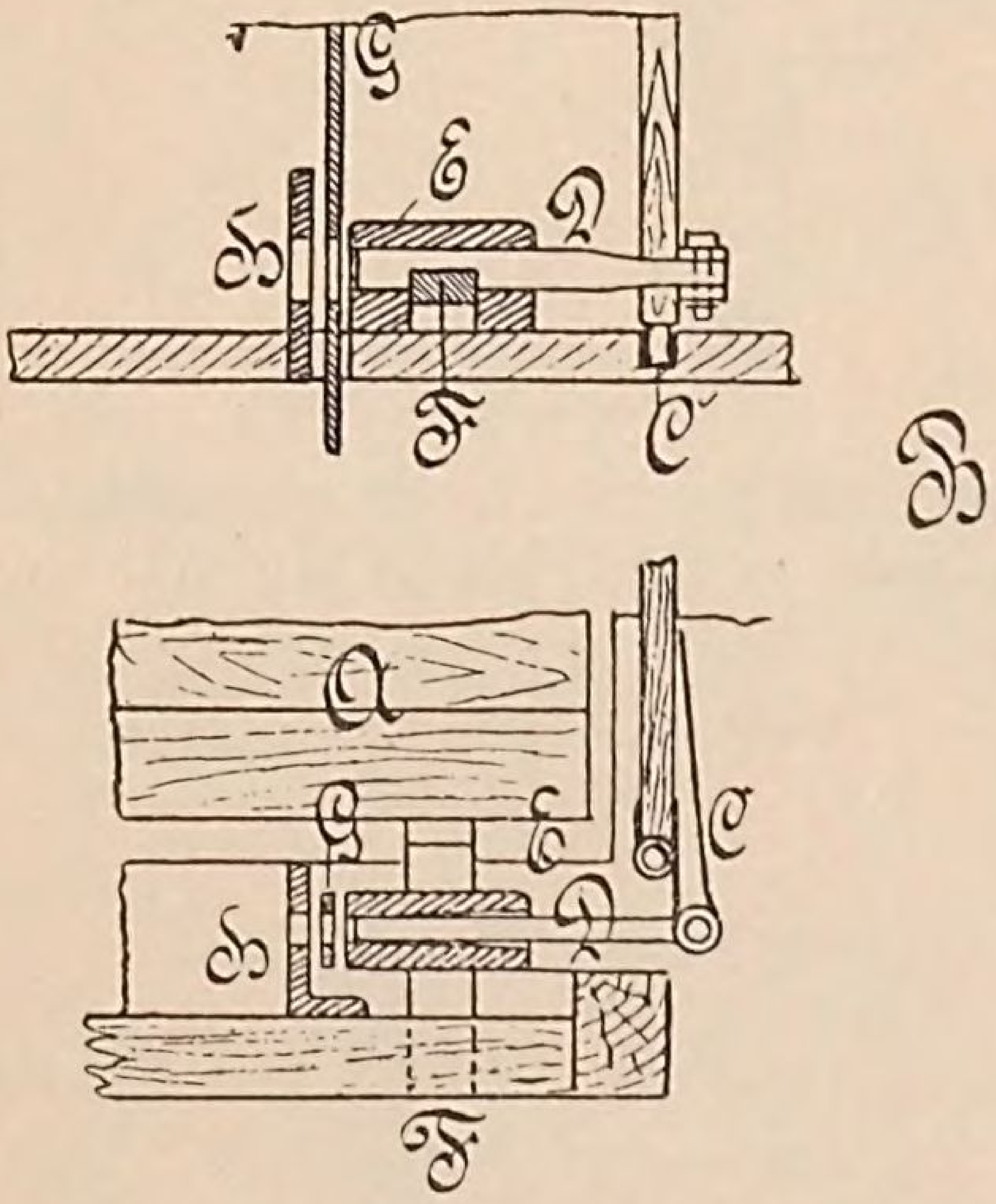


Fig. 53. Schachtverschluß von Vonhoff.

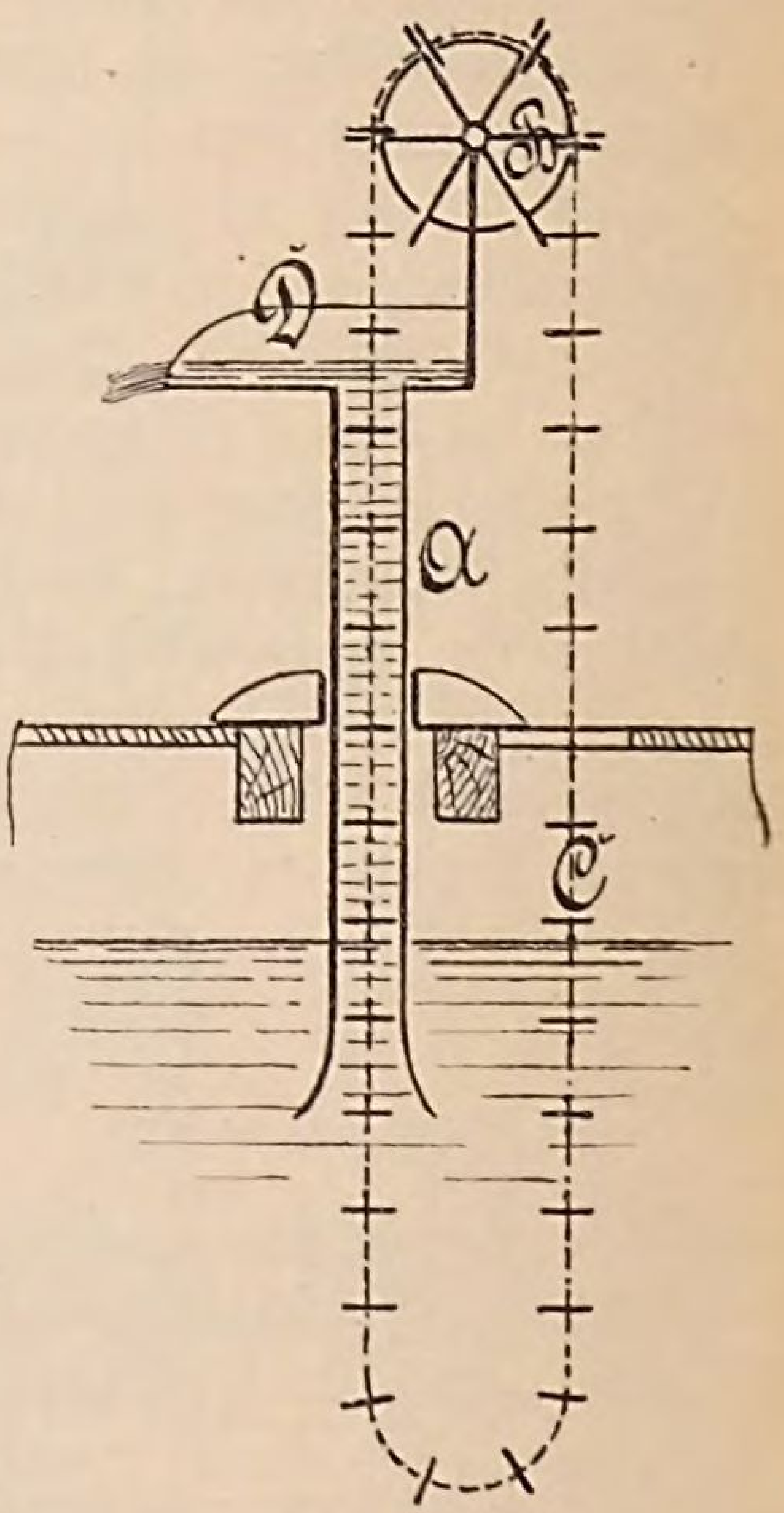


Fig. 54. Kettenpumpe.

Einschnitt, in den die Feder F einschnappt, sobald die Thüre geschlossen ist. Wenn das Trittbrett des Fahrstuhles in Bodenhöhe ist, wird durch einen Anschlag am Fahrstuhle die Feder F herabgedrückt, sodaß der Einschnitt frei wird und die Schachtthüre geöffnet werden kann, wenn die Steuerstange G so gestellt ist, daß das Windwerk still steht.

In diesem Falle befindet sich in der Steuerstange ein Schlitz, durch den der Riegel hindurch kann. H ist ein geschlitztes Winkeleisen, welches ein Verbiegen des Riegels verhindern soll. So lange die Thüre offen ist, kann der Fahrstuhl nicht in Bewegung gesetzt werden.

Um beim Aufstoßen des Fahrstuhles auf ein Hindernis ein Festhalten desselben zu bewirken, ist bei guten Ausführungen unterhalb des Aufzuges ein leichter Bretterboden an Kettchen aufgehängt, welcher beim Andrücken gegen den Fahrstuhl die Fangvorrichtung in Thätigkeit versetzt.

II. Von den Maschinen zur Ortsveränderung flüssiger Körper sollen hier nur die verschiedenen Pumpen behandelt werden; Ziehbrunnen, Schöpfräder, Wurfräder, Wasserschnecken u. s. w. werden übergangen.

A. **Kettenpumpen** (Fig. 54) bestehen aus einer Röhre A, durch welche mittels des Rades B eine endlose Kette C durchgezogen wird, welche in gleichen Abständen tellerförmige Scheiben trägt, deren Durchmesser wenig geringer ist, als die lichte Weite des Rohres. Bei der aufsteigenden Bewegung der Kette wird die Flüssigkeit zwischen den Scheiben im Rohre gehoben. Diese einfache Einrichtung dient für stark verunreinigte Flüssigkeiten (Jauche.)

B. **Kolbenpumpen.**

a) Nach der Ausführung des Kolbens unterscheidet man Pumpen mit:

1. durchbrochenem Kolben (Hubpumpen),
2. geschlossenem Kolben (Druckpumpen), welcher auf zwei Arten ausgeführt sein kann, entweder als „Scheibenkolben" oder als „Taucher- oder Plungerkolben";

b) Nach der Wirkungsweise bezeichnet man die Pumpen als: 1. einfachwirkende, 2. doppeltwirkende, 3. Differenzialpumpen.

Die Abschlußorgane (Ventile) sind: 1. Tellerventile, 2. Klappen, 3. Kugeln.

Fig. 55a stellt eine einfachwirkende Hubpumpe dar. Beim Aufwärtsgang des Kolbens schließt sich das Druckorgan D und es wird unterhalb des Kolbens durch Raumvergrößerung der Druck geringer als jener, welcher auf dem Unterwasserspiegel lastet. Infolge dieses Druckunterschiedes folgt das Wasser dem Kolben unter Oeffnung des Saugorganes S, bis zu einer Höhe, welche von dem Drucke auf das Unterwasser abhängt.*) Die über dem Kolben befindliche Flüssigkeit wird gehoben und fließt durch den Ausguß ab.

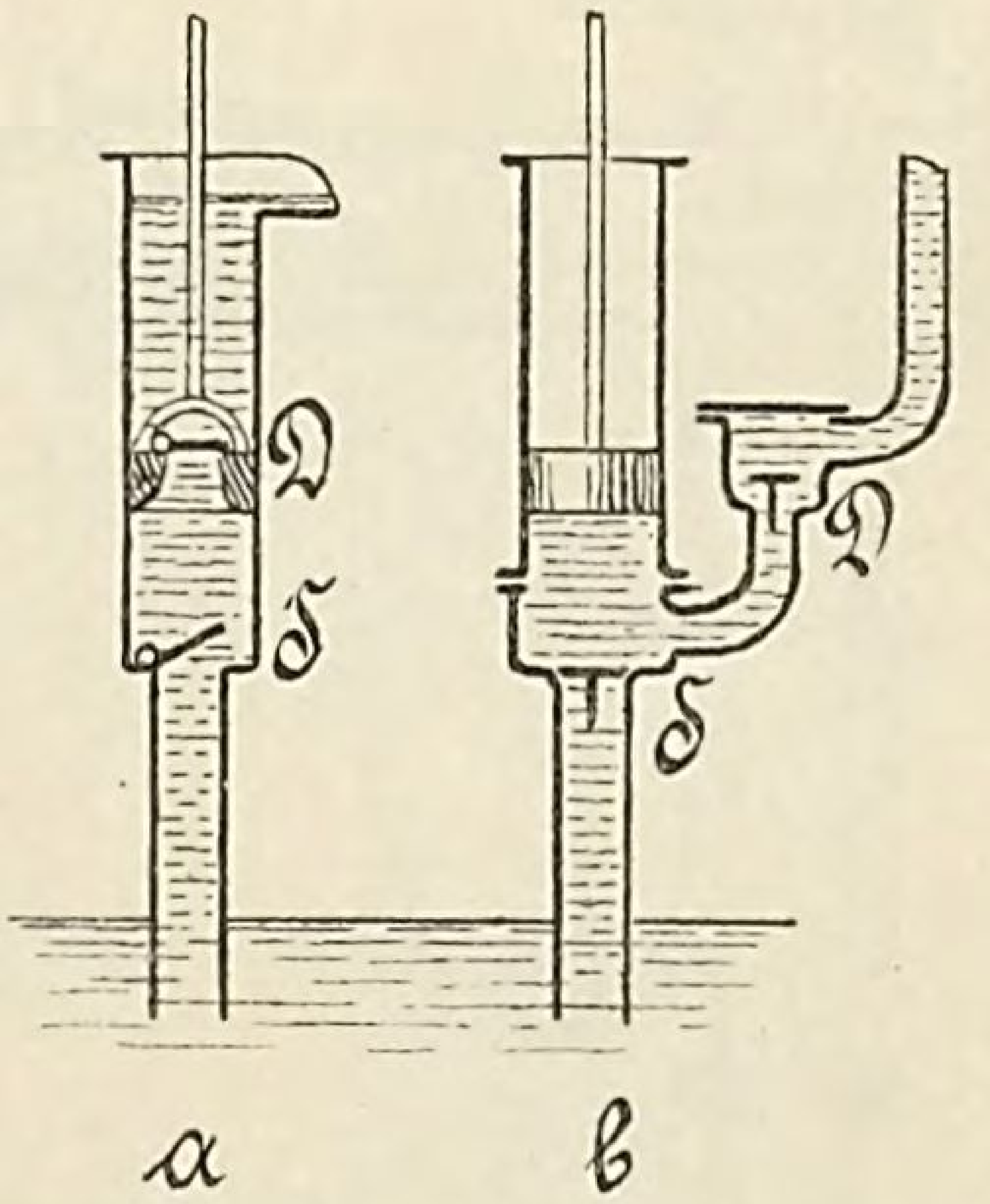


Fig. 55. a. Hubpumpe, b. Druckpumpe.

Beim Abwärtsgang schließt sich das Saugorgan S und die unterhalb des Kolbens befindliche Flüssigkeit tritt bei geöffnetem Druckorgane D auf die obere Seite des Kolbens.

Fig. 55b zeigt eine einfachwirkende Druckpumpe im Schema. Beim Aufwärtsgang schließt sich das Druckorgan D und es folgt die Flüssigkeit unter Hebung des Saugorganes S dem Kolben. Beim Abwärtsgang schließt sich S und die angesaugte Flüssigkeit wird durch D in das Druckrohr gepreßt.

Bezeichnet d den Durchmesser des Kolbens (in dm), s den Kolbenhub (in dm) n die Anzahl der Doppelhube in der Minute, so ist die Fördermenge der einfachwirkenden Pumpen theoretisch

$$Q_t = 60 \cdot \frac{d^2 \pi}{4} \cdot s \cdot n = 47{,}12\ d^2 \cdot s \cdot n \text{ Liter stündlich.}$$

In Wirklichkeit ist die Leistung $Q = w \cdot Q_t$, wobei der Wirkungsgrad $w = 0{,}95$ bei vorzüglicher, 0,90 bei guter, 0,80 bei gewöhnlicher, 0,75 bei roher Ausführung genommen werden kann.

*) Bei gewöhnlichem Atmosphärendruck darf der Abstand des Kolbens vom Unterwasser theoretisch 10 m betragen, in Wirklichkeit nur 6, höchstens 8 m.

Bezeichnet H die Förderhöhe der Flüssigkeit (in m); G das Gewicht von 1 Liter derselben (in kg)*), so ist der Arbeitsverbrauch der Pumpe theoretisch:

$$N_t = \frac{1}{75} \cdot \frac{Q}{3600} \cdot G \cdot H = \frac{Q \cdot G \cdot H}{270000} \text{ Pferdestärken (in 1 Sek.)}$$

In Wirklichkeit ist der Arbeitsverbrauch

$N = k\ N_t$, wobei $k = 1{,}2$ für gute, 1,25 für gewöhnliche Ausführungen zu setzen ist.

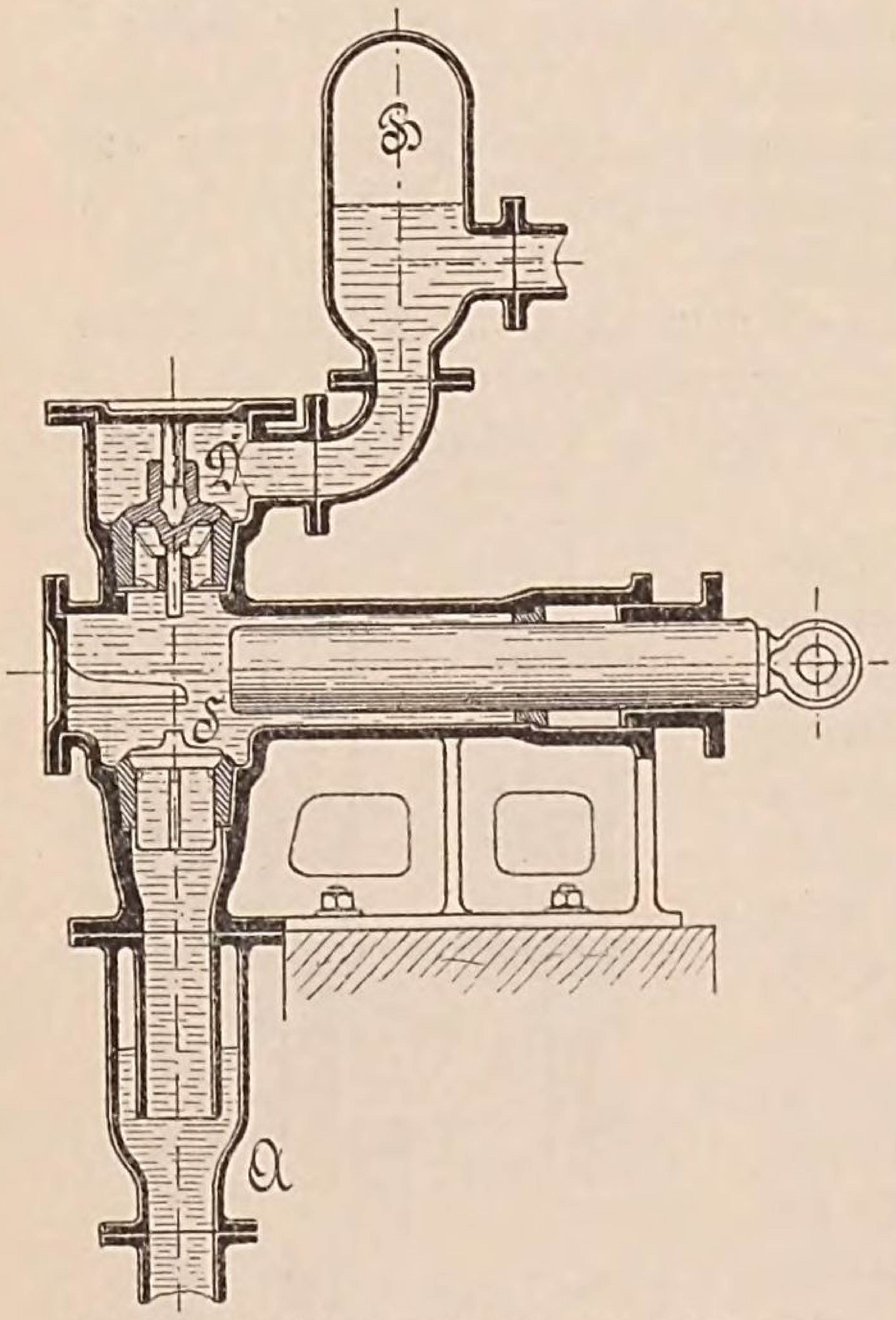


Fig. 56. Speisepumpe mit Taucherkolben und Tellerventilen.

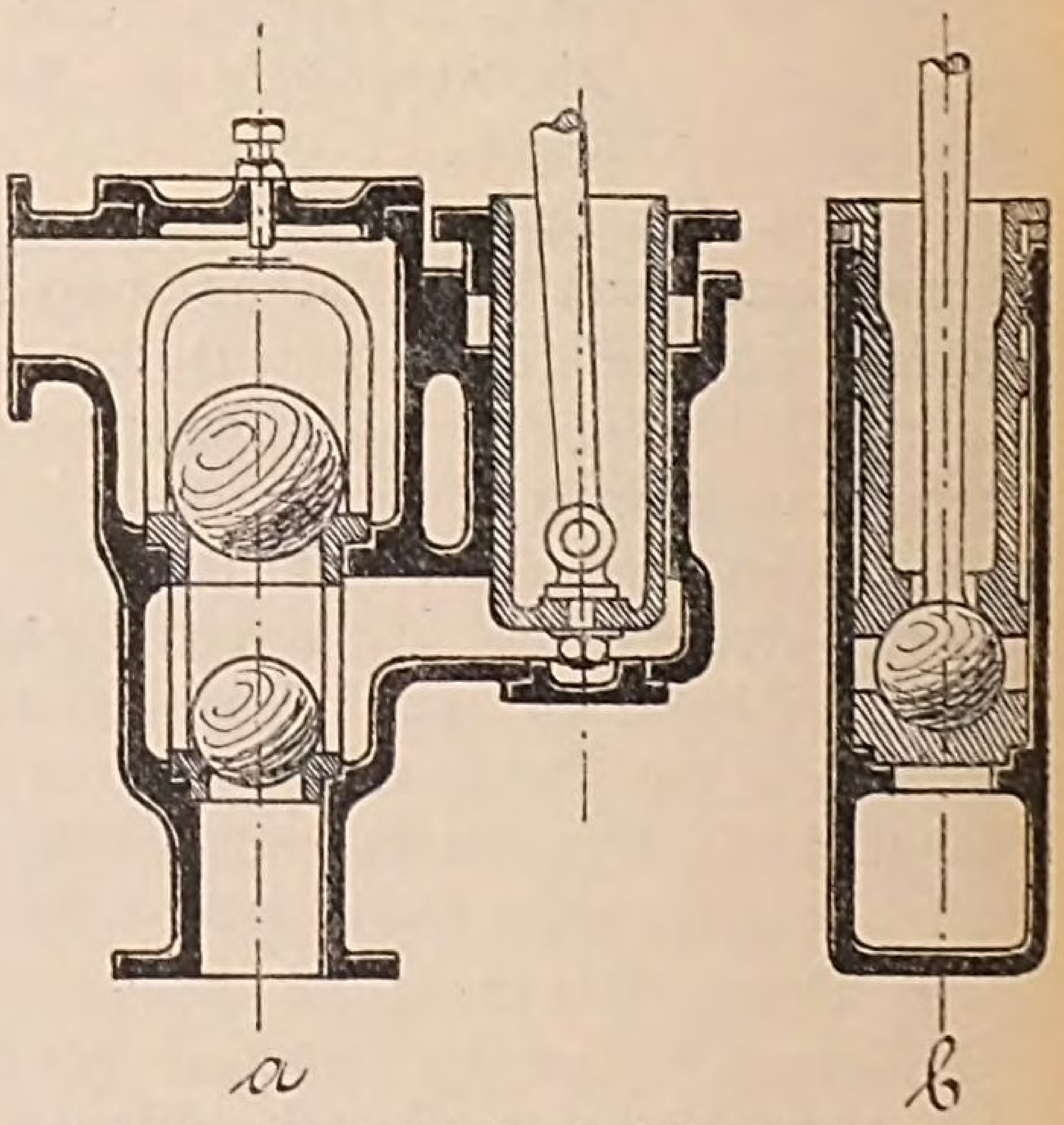


Fig. 57. Pumpe mit Taucherkolben und Kugeln.

Fig. 56 zeigt die Ausführung einer einfachwirkenden Speisepumpe mit Taucherkolben und Tellerventilen. Das Saugventil S ist als Ventil mit Führungsrippen, das Druckventil D mit Führungsspindel gezeichnet, um verschiedene Ausführungen anzugeben. Die Pumpe ist mit Saug- und Druckwindkessel A und B versehen, um die Schläge zu mildern, welche durch die stoßweise, der Kolbenbewegung entsprechende Wasserbewegung in den Leitungsröhren verursacht werden.

Fig. 57 zeigt eine einfachwirkende Pumpe mit Taucherkolben und Kugeln als Abschlußorgane. Die Kugeln und deren Sitze lassen sich in einfacher Weise aus dem Pumpengehäuse nehmen, wodurch die Reinigung der Pumpe eine höchst einfache wird. Diese Ausführung eignet sich deshalb besonders für Maischen u. s. w. Die Verbindung von Triebstange und Taucherkolben soll nicht in der in Fig. a angegebenen Weise erfolgen, sondern wie in b, um eine Verunreinigung der fördernden Flüssigkeit durch Schmieröl auszuschließen.

*) Für Wasser ist G = 1.

Fig. 58a stellt schematisch eine lotrechte, Fig. 58b eine wagerechte, doppeltwirkende Druckpumpe mit Scheibenkolben dar. S ist das Saugrohr, D ist das Scheiben-Druckrohr. Die Wirkungsweise ist leicht aus der Zeichnung ersichtlich; Lieferungsmenge und Arbeitsverbrauch ist doppelt so groß, als bei einfachwirkenden.

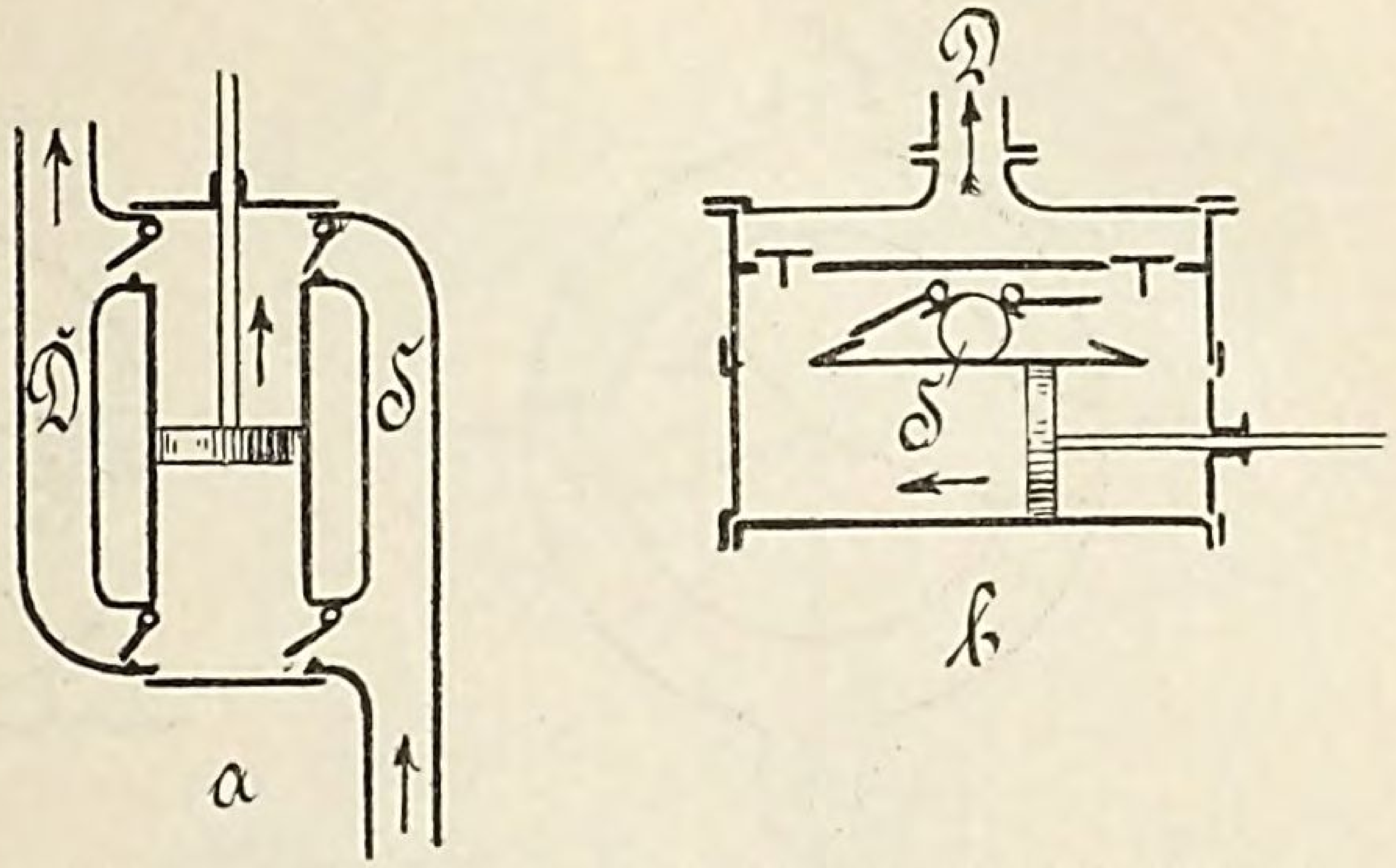


Fig. 58. a. lotrechte, b. wagerechte doppelwirkende Druckpumpe.

Fig. 59 giebt eine schematische Darstellung zweier Ausführungen von Differenzialpumpen. Dieselben haben zwei mit einander verbundene Kolben von verschiedenem Durchmesser. In Fig. 59a ist der größere durchbrochen, der kleinere als Taucherkolben ausgeführt, in Fig. 59b sind beide Taucherkolben.

Beim Aufwärtsgang der Kolben schließt sich das Druckorgan D, und es wird der vom großen Kolben beschriebene Raume mit Flüssigkeit angesaugt; aus dem Raum oberhalb des großen Kolbens wird so viel Flüssigkeit in das Druckrohr gedrängt, als der Unterschied der vom großen und kleinen Kolben beschriebenen Räume ausmacht.

Beim Abwärtsgange wird das Saugorgan geschlossen, und die beim Aufgange angesaugte Flüssigkeit aus dem Raume unterhalb des großen Kolbens verdrängt. Dadurch wird einerseits der Raumunterschied vom großen und kleinen Kolben ausgefüllt, anderseits der vom kleinen Kolben beschriebene Raum in das Druckrohr befördert. Soll die Förderungsmenge beim Ab- und Aufgang gleich sein, so muß sein:

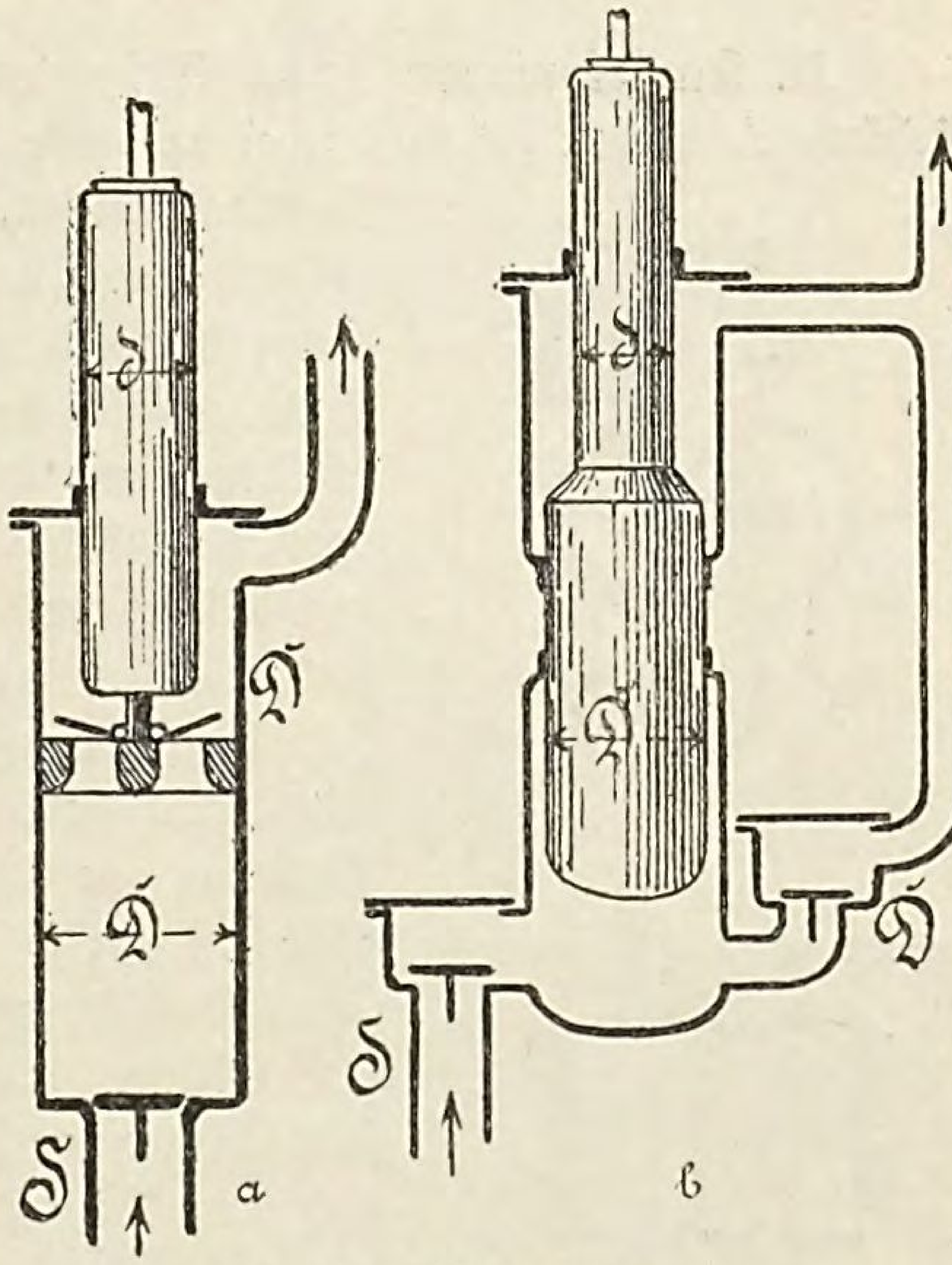


Fig. 59. Differenzialpumpen.

$$\frac{D^2\pi}{4}\cdot s - \frac{d^2\pi}{4}\cdot s = \frac{d^2\pi}{4}\cdot s \text{ oder } d = D\sqrt{\frac{1}{2}} = \underline{0{,}71\ D.}$$

C. **Flügelpumpen.** Fig. 60 stellt eine solche mit vollem Kolben, Fig. 61 mit durchbrochenem Kolben dar; beide sind doppelwirkend.

Die Flügelpumpen bestehen aus zylindrischen Gehäusen, an welchen die als radiale Wände ausgeführten Kolben möglichst dicht schleifen. Der Kolben erhält von außen um die Achse A eine hin- und herschwingende Bewegung. Erfolgt die

Drehung des Kolbens im Sinne des eingezeichneten Pfeiles, so wird auf der rechten Seite die Flüssigkeit durch S angesaugt, auf der linken durch D fortgedrückt.

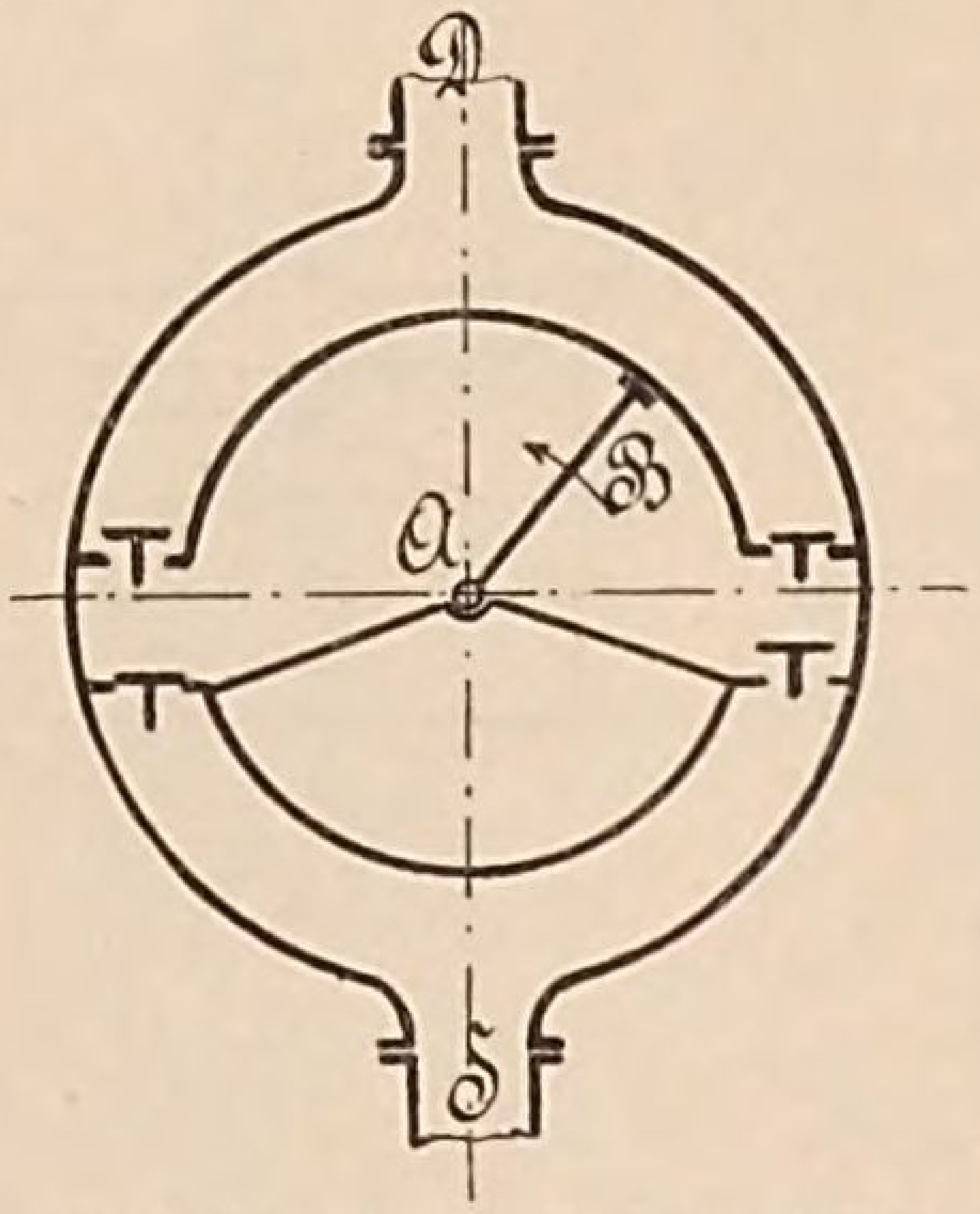


Fig. 60. Flügelpumpe mit vollem Kolben.

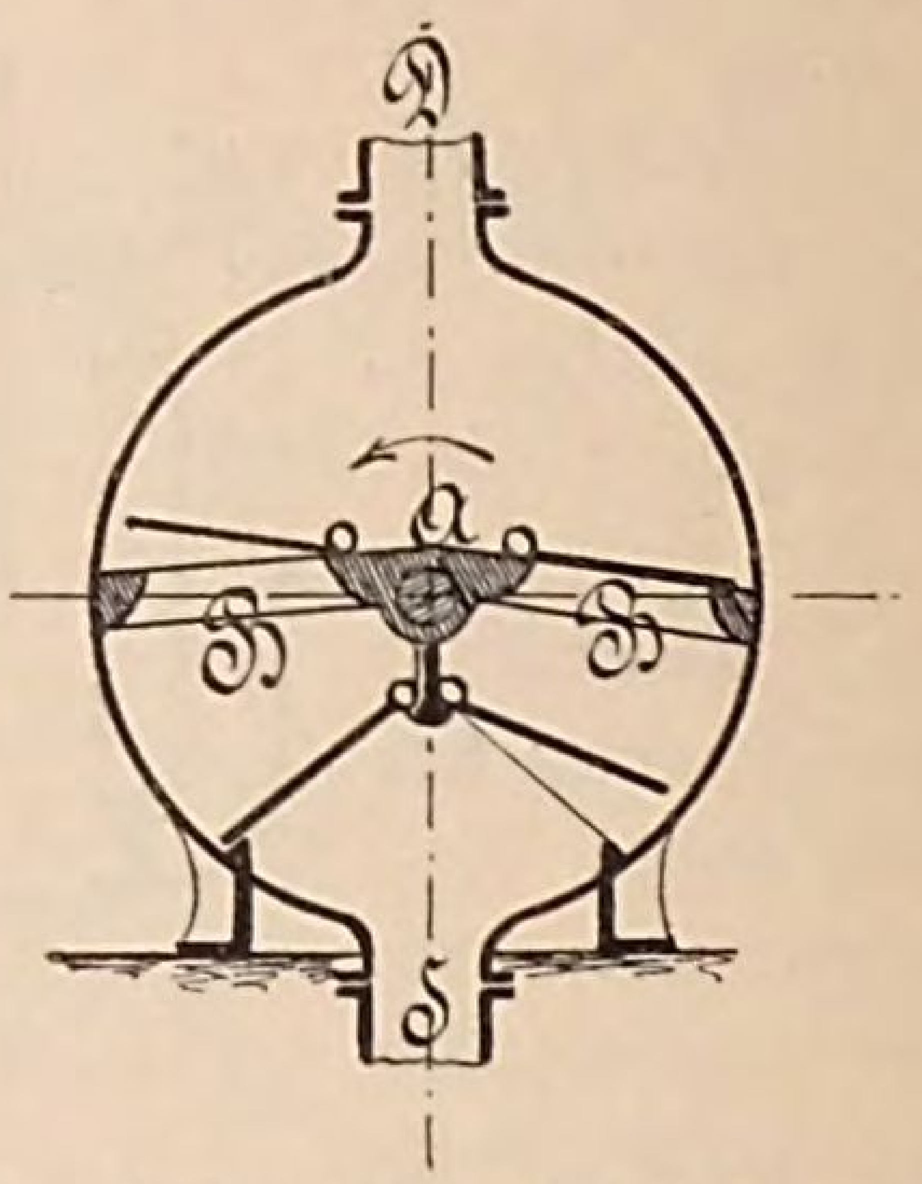


Fig. 61. Flügelpumpe mit durchbrochenem Kolben.

D. **Kapselpumpen** (auch Würgelpumpen genannt). (Fig. 62.) In einem Gehäuse A drehen sich um zwei parallele Achsen B die Flügel C, welche derartige Formen besitzen, daß sie sich bei ihrer Drehung stets berühren, und an der Gehäusewand die Flüssigkeit von dem Saugraum S zum Druckraum D befördern. Die eine Achse erhält ihre Drehung von außen (durch Riemenscheiben), und überträgt die Drehung durch ein Zahnradpaar E auf die andere Achse. Die Querschnittsformen der Flügel sind sehr verschieden; in Fig. 63 sind die verbreitetsten angegeben.

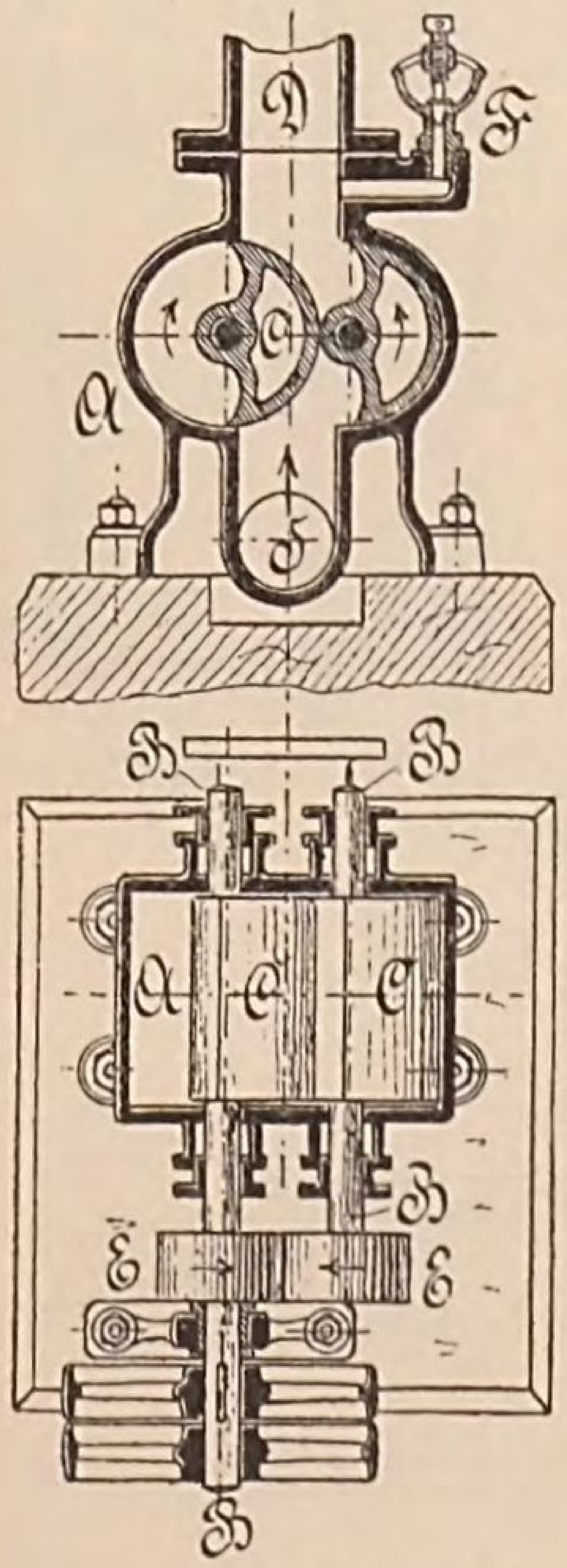


Fig. 62. Kapselpumpe.

Diese Pumpenart, welche einen gleichmäßigen Flüssigkeitsstrom liefert, wird mit Vorteil verwendet zum Fördern von Wasser, Dickmaische, Würze, Bier, Fett, Säuren, Holz- und Papierzeug, Teer, Syrup, Zuckersäfte, Salzlösungen u. s. w.

Müssen diese Pumpen saugen, so ist es nötig, dieselben mit einer Einrichtung F zu versehen, welche gestattet, vor dem Anlauf Flüssigkeit in die Pumpen einzugießen, um durch die Flüssigkeitsdichtung eine bessere Saugwirkung hervorzubringen.*) Nach längerem Betriebe ist darauf zu achten, daß sich die Zahnräder E nicht zu stark abnützen, weil sich dadurch die Flügel falsch aufeinander abwickeln würden, wodurch Achsenbrüche hervorgerufen werden.

E. **Kreisel- oder Centrifugalpumpe.** (Fig. 64.). In einem Gehäuse A ist ein Flügelrad B eingeschlossen, das durch die Achse C und die Riemenscheibe D in rasche Drehung versetzt wird (230 bis 2400 Umdrehungen in 1 Minute.)

*) Das Ende des Saugrohrs soll dann mit einem Fußventil versehen sein.

Flüssigkeitsteilchen, welche in der Nähe der Achse zugeführt werden, müssen die Drehung der Radflügel mitmachen, wodurch sie sich immer mehr vom Mittelpunkte entfernen, um endlich das Rad in der Richtung der Tangente mit dessen Umfangsgeschwindigkeit zu verlassen. Die Flüssigkeit, welche mit großer Geschwindigkeit das Rad verläßt, übt in dem Raume zwischen Gehäuse und Rad einen Druck aus, demzufolge die Flüssigkeit in dem Druckrohr E das Gehäuse verläßt. In dem Rohre F, welches die Flüssigkeit bei der Achse einführt, wird dagegen eine Saugwirkung hervorgebracht. Soll die Kreiselpumpe saugen, so ist beim Anlaufe eine Flüssigkeitfüllung durch die verschraubte Oeffnung G notwendig.

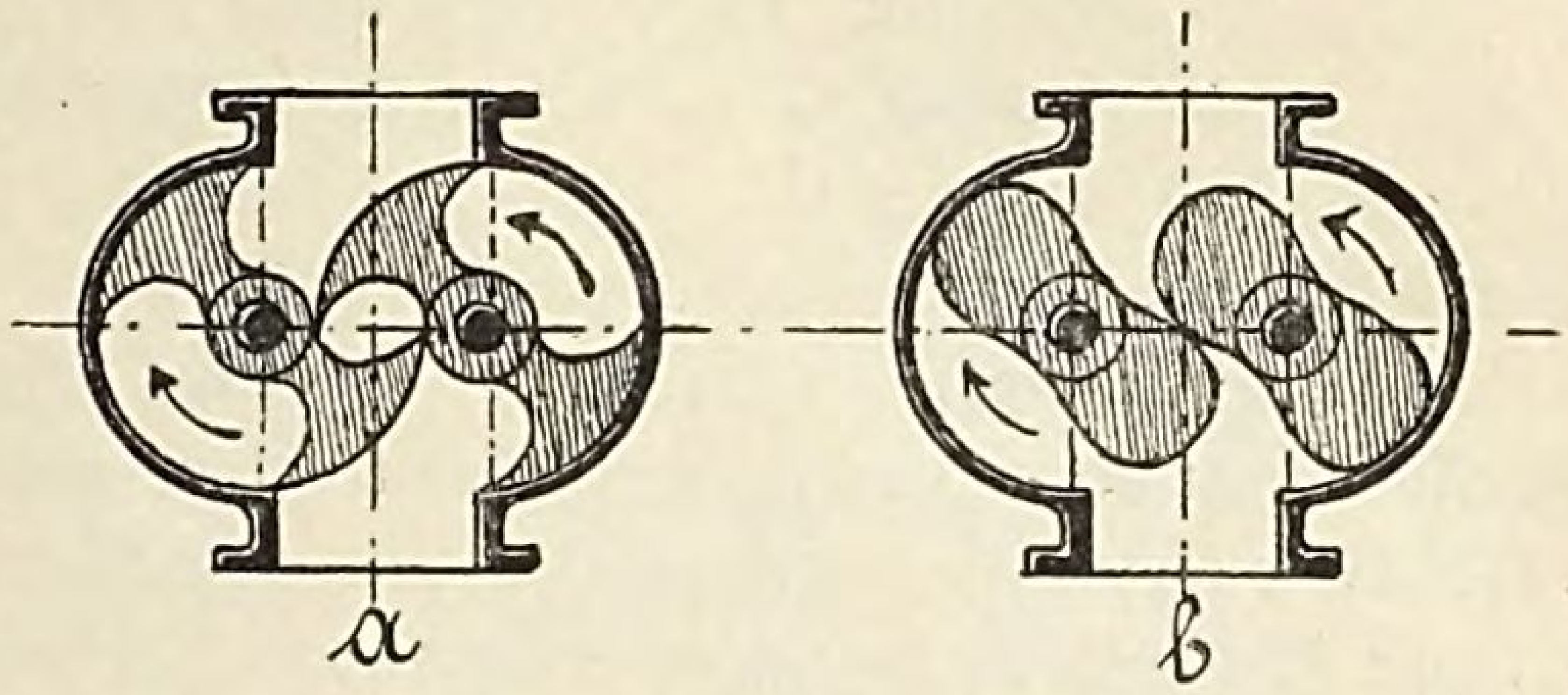


Fig. 63. Kapselpumpe; Querschnittsformen der Flügel.

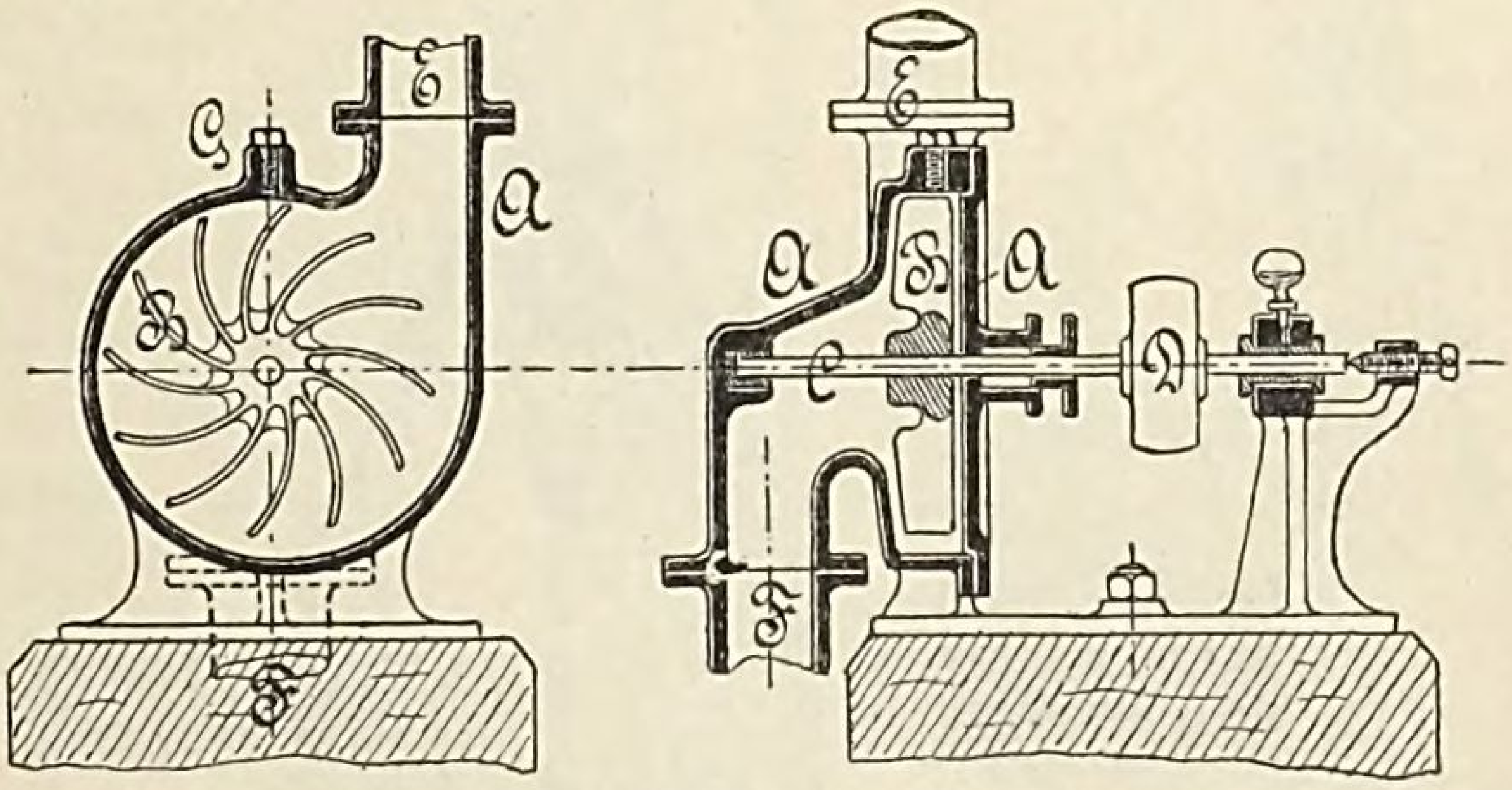


Fig. 64. Kreisel- oder Centrifugalpumpe.

F. **Strahlpumpen, Einspritzer, Injektoren.** (Fig. 65.) Sobald durch die Eintrittsdüse A Gas oder Dampf mit großer Geschwindigkeit strömt, so wird durch diesen Strahl die durch Rohr B zugeführte Flüssigkeit in die Mischdüse C mitgerissen, und von hier aus durch die Auffangdüse D fortgedrückt. Anfangs, so lange der Strahl noch nicht die genügende Geschwindigkeit erreicht hat, sprudelt das Gemisch aus der Oeffnung E hervor, welche man „Schlabberöffnung" nennt. Während der normalen Thätigkeit der Strahlpumpe ist die Schlabberöffnung geschlossen.

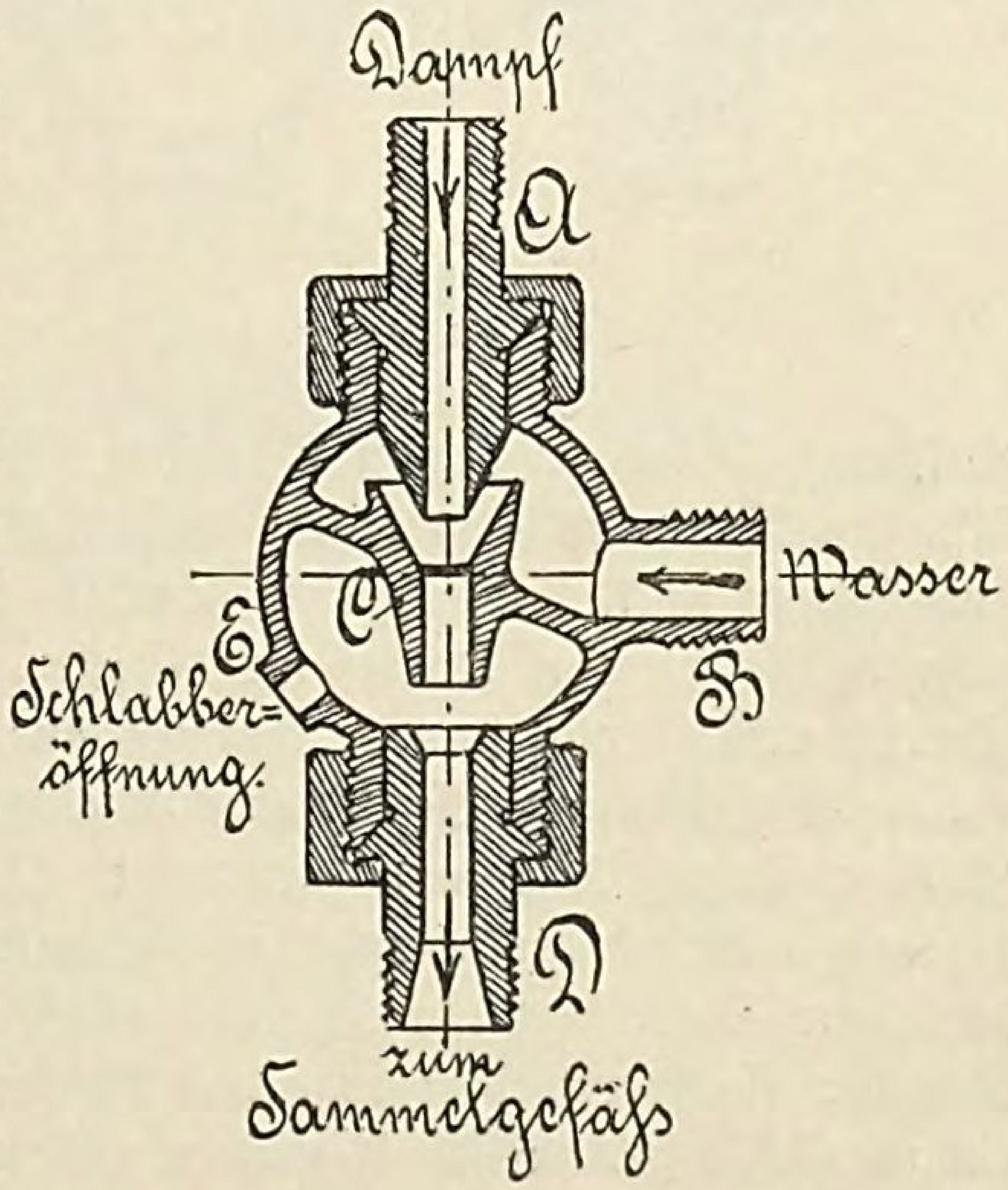


Fig. 65. Strahlpumpe.

Die hauptsächlichste Verwendung findet die Strahlpumpe zum Speisen der Dampfkessel. Es ist ein großer Vorteil, daß man durch diese Einrichtung Wasser mittels des eigenen Dampfdruckes in einen Dampfkessel pressen kann. Es wird nämlich der durch die Düse A strömende Dampf von dem aus B mitgerissenen Wasser kondensiert, sobald die Temperatur des Wassers nicht zu hoch ist. Die dabei verschwindende Wärmemenge tritt in Form von lebendiger Kraft im Mischungs-

strahle auf, wodurch außer dem Kesseldruck der Widerstand des Rückschlagventiles und die Reibung an der Speiseleitung überwunden wird.

Die Temperatur des Speisewassers darf höchstens betragen:

45° bis 50° C bei einem Kesselüberdruck von 2 bis 3 Atm.

40° bis 45° C „ „ „ „ 5 bis 6 „

wenn die Strahlpumpe nicht saugen muß..

G. **Pulsometer.** (Fig. 66.) Derselbe besteht aus zwei symmetrisch gelagerten, birnförmigen Kammern A, welche mit ihrem oberen, engeren Teile an das Dampfrohr B angeschlossen sind. In der gezeichneten Lage verschließt die pendelnde Klappe C die linke Kammer, während der Dampf in die rechte Kammer eintreten kann, und durch seine Spannung das die Kammer füllende Wasser durch die

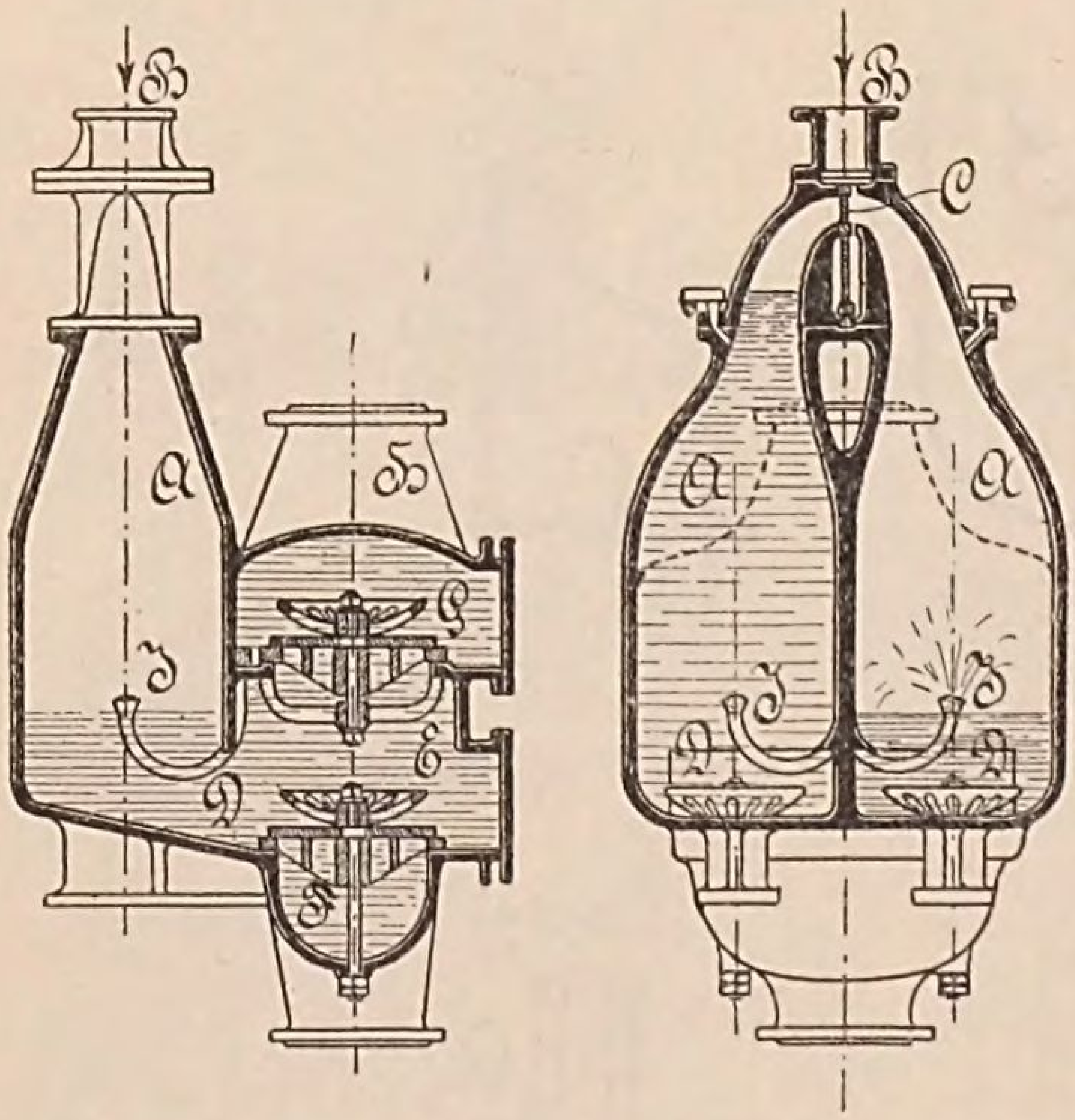


Fig. 66. Pulsometer.

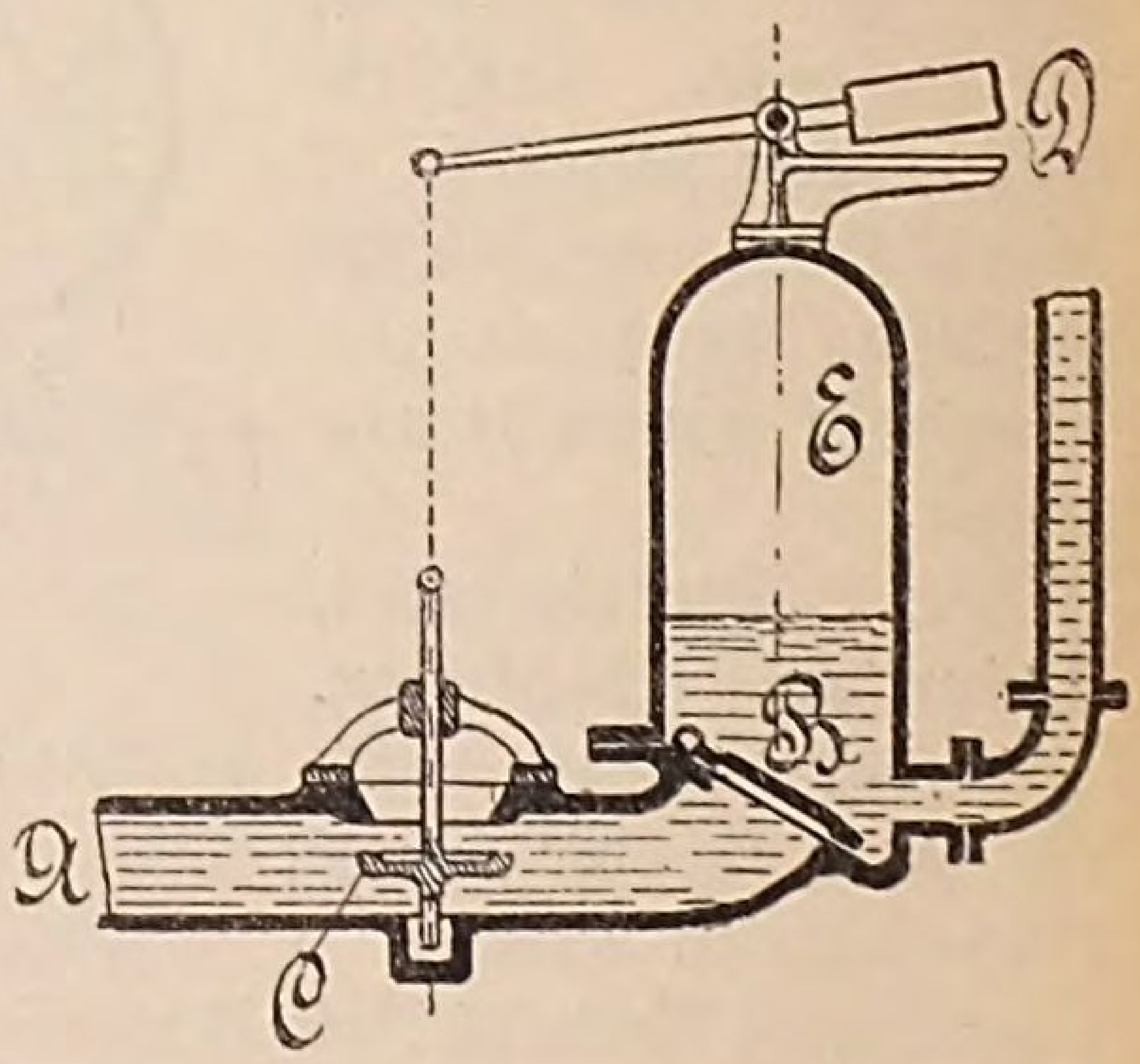


Fig. 67. Stoßheber oder hydraulischer Widder.

Oeffnung D in den Raum E drückt. Bei geschlossenem Saugventile F und geöffnetem Druckventile G tritt das Wasser durch das Druckrohr H aus. Je tiefer das Wasser sinkt, desto größer werden infolge der Form der Kammern die Berührungsflächen von Dampf und Wasser. Durch die stärkere Niederschlagung von Dampf entsteht nun in der Kammer ein geringer Druck, wodurch aus dem Druckraum Wasser durch die Brause J eingespritzt wird, was fast eine vollständige Luftleere in den Kammern hervorruft. Dadurch wird die pendelnde Klappe C angezogen, wodurch der Dampf in die linke Kammer einströmt und das eben beschriebene Spiel in dieser Kammer ausführt. Sobald der Dampf von der rechten Kammer abgesperrt ist, dringt das Wasser durch das Saugventil F in die Kammer ein und füllt sie. Beide Kammern entleeren sich auf diese Weise selbstthätig nacheinander. Das Wasser wird um 1 bis 2° C erwärmt.

H. **Stoßheber oder hydraulischer Widder.** (Fig. 67.) Diese Einrichtung dient dazu, vorhandene Wassermengen mit geringem Gefälle zum Teil auf eine größere Höhe zu heben. In dem Zuleitungsrohr A des vorhandenen Wassers mit kleinem Gefälle ist ein Ventil C angebracht, dessen Gewicht durch das Gegen-

gewicht D entsprechend ausgeglichen ist. Ist das Ventil C geöffnet, so fließt das Wasser aus, wodurch die Geschwindigkeit des Wassers im Zuleitungsrohr zunimmt. Ist dieselbe fast der vorhandenen Gefällshöhe entsprechend, so wird das Ventil C von der Wasserströmung plötzlich auf den Sitz gepreßt. Die in dem bewegten Zulaufwasser aufgespeicherte Wucht wird dazu benutzt, die schließende Klappe B zu öffnen und in dem Windkessel E eine Pressung auszuüben, infolge der das Wasser im Druckrohre auf bedeutende Höhe gehoben wird. Nach Abgabe der Wucht ist das Wasser im Zuleitungsrohre A in Ruhe, wodurch das Ventil C sich öffnet. Durch dasselbe fließt das Wasser immer rascher aus, bis das Ventil wieder plötzlich angepreßt wird. Der beschriebene Vorgang wiederholt sich fortwährend selbstthätig.

J. **Druckfässer oder Montejus.** (Fig. 68.) Man läßt die zu hebende Masse in das Faß A durch den Hahn B einfließen, bis es gefüllt ist. Läßt man nun durch Ventil E (der Hahn B sowie Ventil F sind geschlossen) gepreßte Luft oder Dampf eintreten, so wird die Masse durch das Steigrohr C, welches bis auf den Boden reicht, gedrückt. Um das Faß wieder von

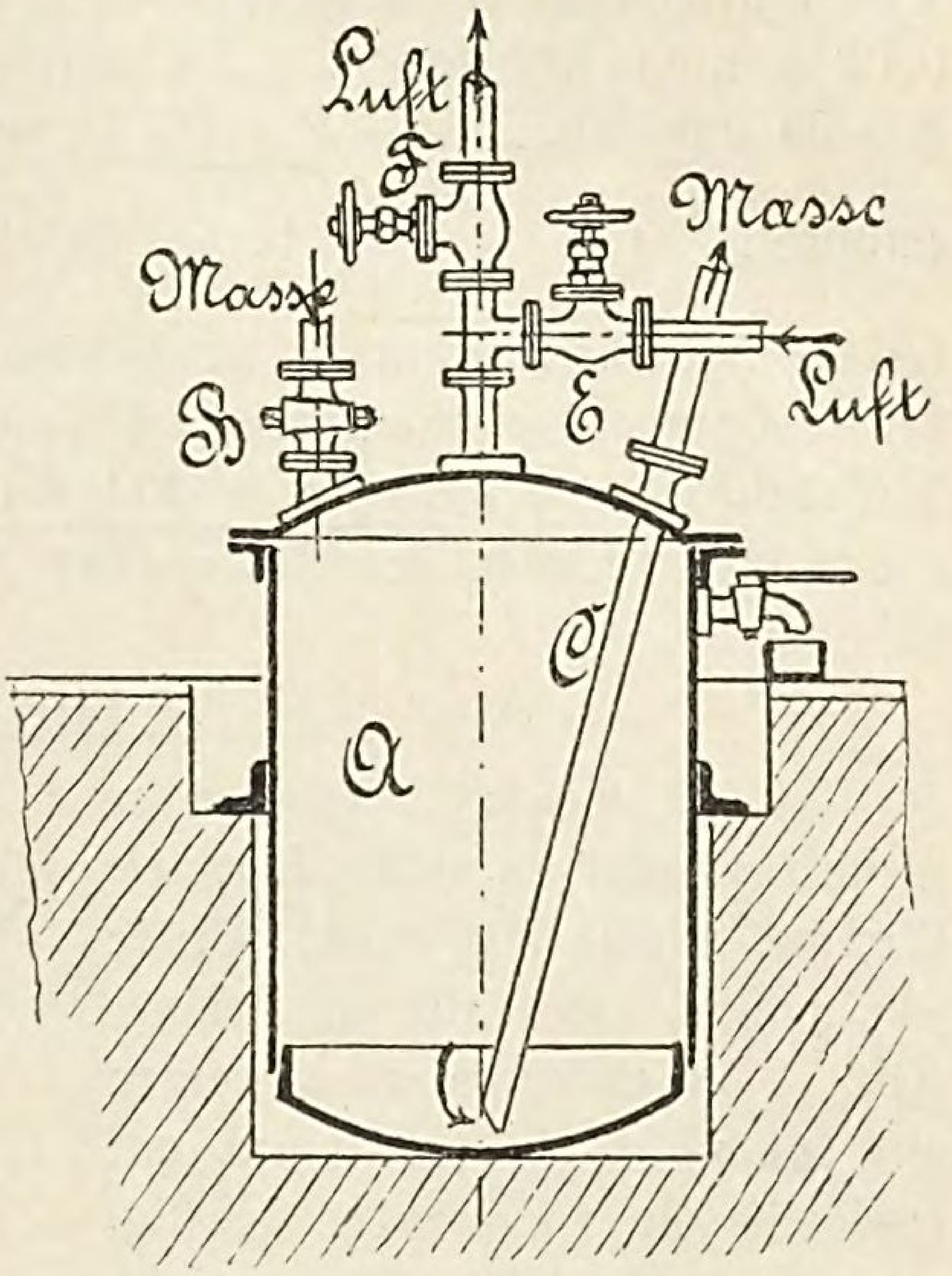


Fig. 68. Druckfaß oder Montejus.

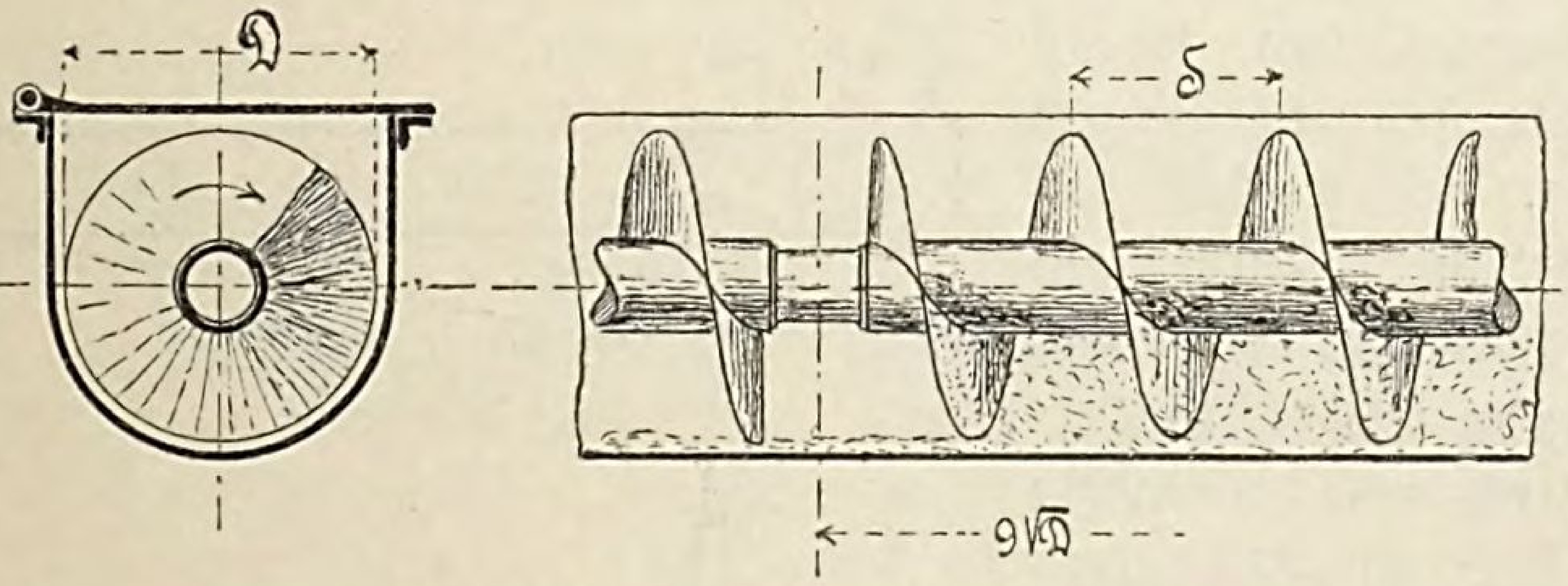


Fig. 69. Förderschraube oder Schnecke.

neuem zu füllen, schließt man Ventil E, läßt den Ueberdruck durch F entweichen und die Masse bei B einfließen. Diese Art der Flüssigkeitshebung wird angewendet, um die Masse möglichst wenig zu quetschen.

Maschinen zur Förderung von Sammelkörpern.*)

A. In wagrechter Richtung.

1) **Die Förderschraube oder Schnecke** (Fig. 69) besteht aus einer Welle mit dünnwandigem Gewinde, welche sich in einem aus Gußeisen, Eisenblech oder Holz

*) Siehe Prof. H. Fischer, Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1891, Nr. 33, 35, 36.

gefertigten Troge dreht. Das Fördergut wird teils durch die Gewindegänge fortgeschoben, teils emporgehoben, um auf der geneigten Schraubenfläche abzugleiten. Der Durchmesser der Schraube wird gewöhnlich $D = 0{,}25$ m genommen und soll 0,42 m nicht übersteigen. Die Steigung S schwankt zwischen $S = 0{,}5\,D$ und $S = D$ und soll normal $S = 0{,}7\,D$ ausgeführt sein. Als Anzahl der Umdrehungen empfiehlt sich $n = \frac{45}{\sqrt{D}}$ in der Minute. Die Entfernung der Lager sei $9\sqrt{D}$. Erfahrungsgemäß kann der Querschnitt des fortschreitenden Fördergutes zu 0,42 der Schraubenprojektion genommen werden. Es ist deshalb die Liefermenge in 1 Sekunde $L = 3{,}8\,D^3 n = 171\sqrt{D^5}$ in Litern. Bezeichnet l die Förderlänge, s das spez. Gewicht des Fördergutes, so ist der Arbeitsverbrauch je nach der Ausführung

$$A = (1{,}35 \text{ bis } 1{,}8)\; L \cdot l \cdot s \text{ kgm in 1 Sekunde.}$$

Es ist wegen vorkommender Beschädigungen unzweckmäßig, die Schraubenfläche aus einem Stücke zu machen, weshalb in neuerer Zeit Schraubenflächenquadranten aus Stahlblech hergestellt und mit der Welle durch Schrauben befestigt werden, wie es Fig. 70a angiebt. Außer dem geringen Gewichte von 8 kg für den lfd. Meter hat diese Ausführung den Vorteil, daß jeder beschädigte Quadrant leicht ausgewechselt werden kann.

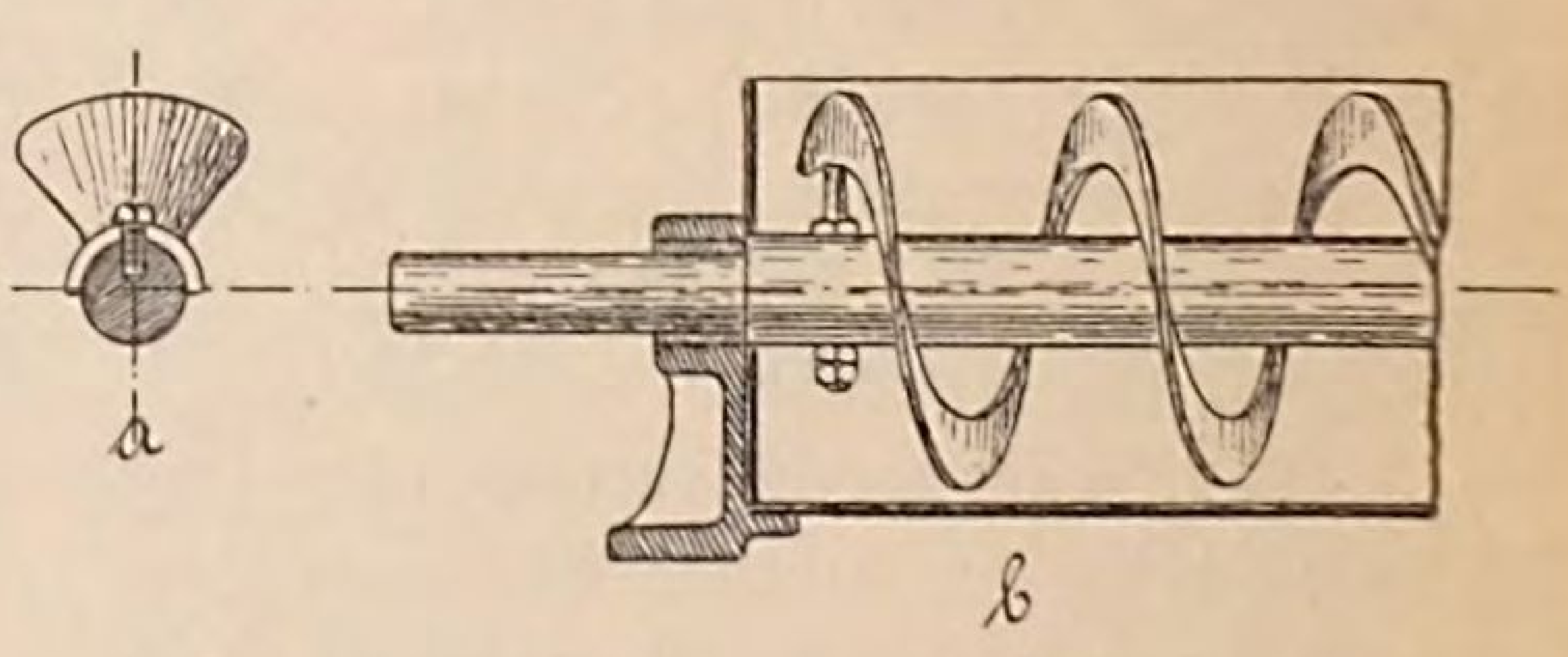


Fig. 70. a. Schraubenflächenquadrant, b. Förderspirale.

2) **Die Förderspirale** oder Transportelement von Kreiß (Fig. 70b) ist eine neuere Ausführung, bei welcher das Schraubengewinde durch ein Flacheisen gebildet wird, so daß nur der äußere Teil des Fördergutes fortgeschoben, der innere durch Reibung mitgenommen wird.

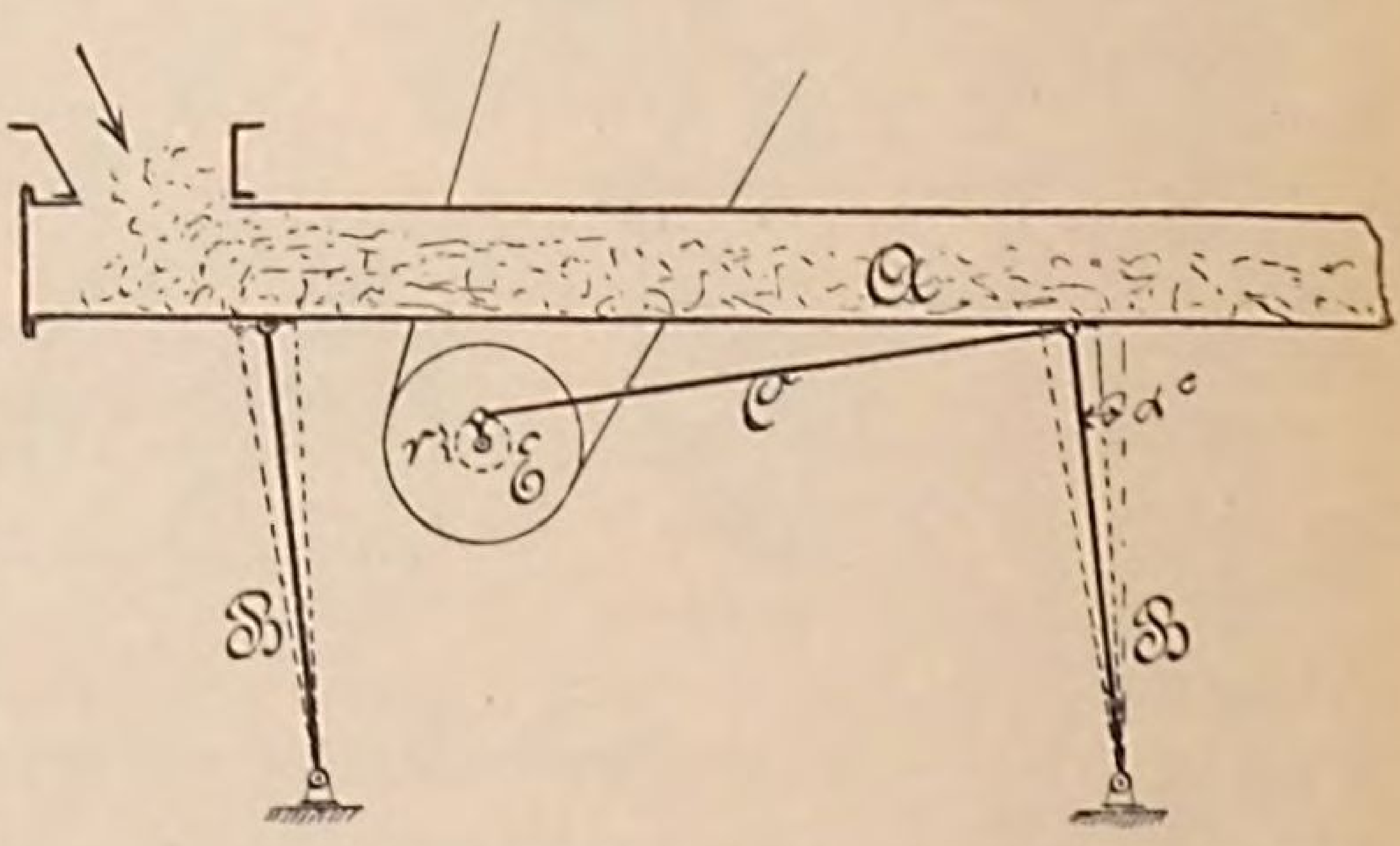


Fig. 71. Förderrohr oder Wippe.

3) **Das Förderrohr** oder die **Wippe** von Kreiß. (Fig. 71.) Eine Rinne oder Röhre A (auch ein Stab, auf welchem sich die Körper reitend stützen) ist auf gleichlaufenden Lenkern B derart gestützt, daß bei einer Bewegung nach rechts ein mäßiges Heben, bei der entgegengesetzten Bewegung aber ein Senken eintritt. Die Röhre wird durch Vermittelung der Stange C von der Kurbel E (Krummzapfen, Exzenter) rasch hin- und herbewegt. In die Röhre gebrachte Gegenstände erhalten bei der Bewegung nach rechts eine Beschleunigung nach oben, so daß sie so lange frei schweben, bis die Bewegung nach links ausgeführt ist. Infolge der Reibung der Körper an der Röhre rutschen sie von links nach rechts fort. Es ist zweck-

mäßig, die mittlere Lage der Stützen B gegen die Lotrechte $\alpha = 15^0$ zu neigen, der Kurbelhalbmesser kann r = 10 mm und die Umdrehungszahl n = 430 in der Minute genommen werden. Die Wippe hat den Vorteil, daß sie das Fördergut schont, sich vollständig entleert und leicht zu reinigen ist.

4) **Das Förderband** (Fig. 72) besteht aus einem über liegende Tragrollen A gespannten endlosen Band B, welches durch die Antriebsrolle C bewegt wird. Die Spannung geschieht durch die Scheibe D, welche in wagrechten Lagern geführt und durch das Gewicht E gezogen wird. Die Beschickung erfolgt durch die Gosse F, welche an irgend einer Stelle angebracht oder auch verschiebbar eingerichtet sein kann. Die Entladung soll ebenfalls selbstthätig an jeder Stelle seiner Länge möglich sein. Zu diesem Zwecke wird das Band durch die Rollen G und H in der Weise ge-

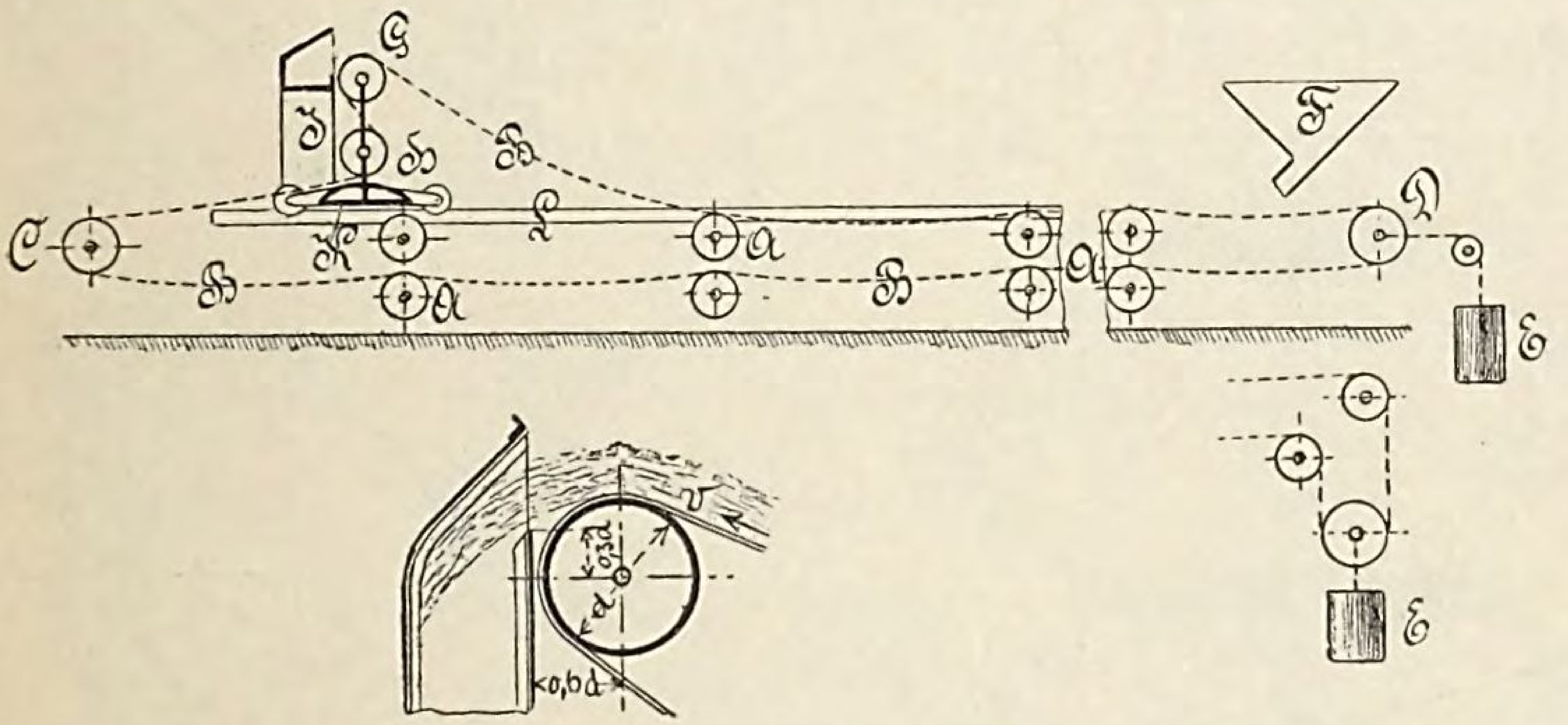


Fig. 72. Förderband.

führt, daß es das Fördergut genügend hoch hebt, um beim Niederfallen in die Rinne J zu gelangen, welche es seitlich abführt. Die Rollen G und H sind auf einem Wagen K angebracht, welcher auf Schienen L die ganze Förderstrecke entlang gefahren werden kann. An jener Stelle, an welcher die Entleerung stattfinden soll, wird er festgeklemmt. Unter Umständen benutzt man auch noch das untere Teil des Bandes zur Förderung in entgegengesetzter Richtung und versieht es deshalb mit Beschickungs- und Entladevorrichtungen. Die Bandgeschwindigkeit, welche hauptsächlich die richtige Wirkungsweise bedingt, soll betragen v = 2 m für leichtes Getreide, v = 2,5 m für schweres. Bezeichnet B die Bandbreite, so soll der Durchmesser der Abwerfrolle G genommen werden d = 0,6 B, wobei derselbe aber nie 0,8 m bezw. 1,2 m überschreiten darf, je nachdem die Bandgeschwindigkeit 2 m oder 2,5 m ist. Von Wichtigkeit ist die Lage der Kante der Ableitungsrinne, was in der Nebenfigur angegeben ist.

Das Förderband wird meist in ganz flachem Zustande (Fig. 73A) angewendet. Man läßt das Fördergut auf die Mitte des Bandes in halber Bandbreite fallen, so daß es einen strangförmigen Haufen bildet. Durch die Erschütterung bei der Fortbewegung verflachen sich die Böschungen des Fördergutes, wodurch bei größeren Förderstrecken sehr leicht ein Herabfallen der Körner eintreten könnte. Um dies zu verhüten, bringt man in geeigneten Entfernungen geneigte oder auch senkrechte Rollen (Fig. 73D) an, welche vorübergehend die Bandränder stark emporheben und dadurch den Haufen wieder schmäler machen.

Um nun eine größere Leistungsfähigkeit zu erzielen, stützt man das Band, so daß es eine Mulde bildet, wozu man, wie Fig. 73 B zeigt, eingebogene Tragrollen verwenden kann. Dieselben gleiten aber wegen ihrer verschiedenen Umfangsgeschwindigkeiten erheblich am Förderband und bedingen eine starke Abnutzung desselben. Man wendet deshalb, wie Fig. 73 C darstellt, zwei gegeneinander geneigte Tragrollen an.

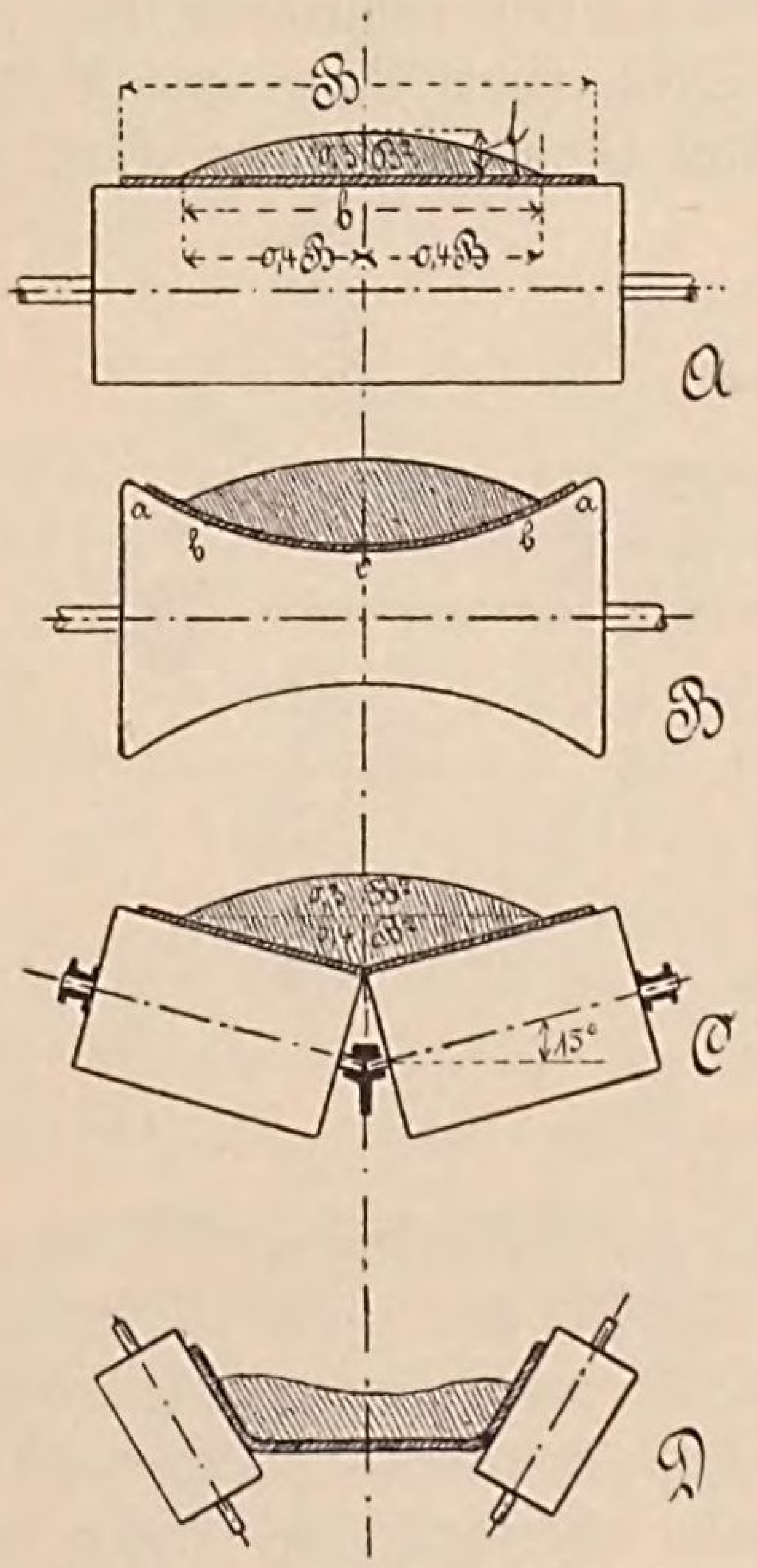


Fig. 73. Anwendung des Förderbandes.

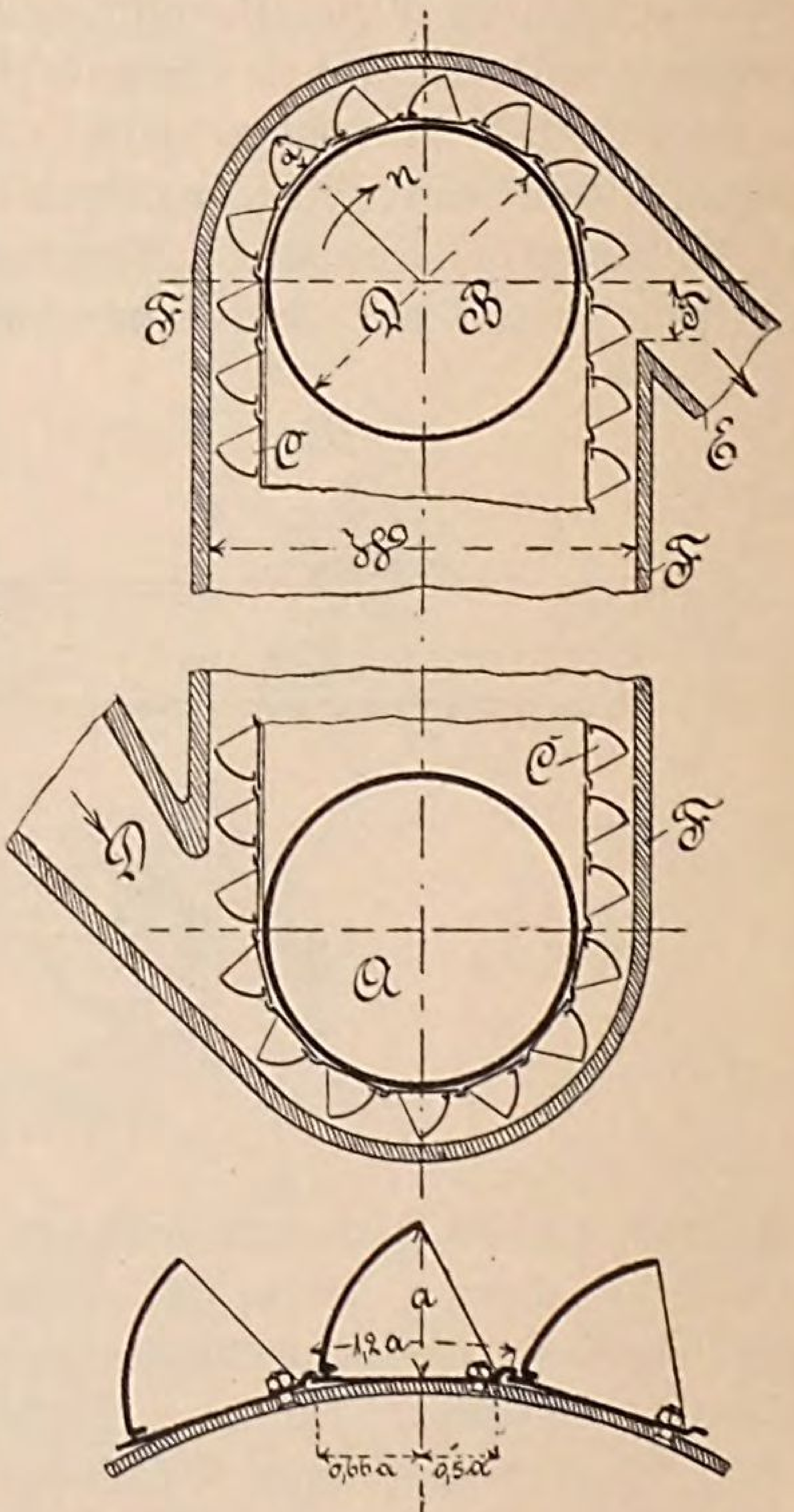


Fig. 74. Becherwerk oder Elevator.

Die Lieferungsmenge des Förderbandes in Litern und 1 Sekunde ist:

$L = 30\,B^2 v$ für flaches Band ⎫ v = Bandgeschwindigkeit,
$L = 70\,B^2 v$ für muldenförmiges Band ⎭ B = Bandbreite in Metern.

Das Belastungsgewicht E wird vorteilhaft $1750\,B^2$ kg genommen.

Bei guter Schmierung der Tragrollenzapfen ergiebt sich der Arbeitsverbrauch in Sekunden-Kilogramm-Metern für 1 Meter Förderlänge und 1 Liter Fördergut

a) bei voller Ausnutzung der Leistungsfähigkeit und Länge:

bei der wirklichen Förderlänge	500 m zu	0,017 (0,010)	kgm,
„ „ „ „	100 „ „	0,032 (0,020)	„
„ „ „ „	10 „ „	0,203 (0,124)	„

b) bei halber Ausnutzung der Leistungsfähigkeit und Länge:

bei der wirklichen Förderlänge	500 m zu	0,048 (0,023)	kgm,
„ „ „ „	100 „ „	0,073 (0,037)	„
„ „ „ „	10 „ „	0,540 (0,191)	„

Die eingeklammerten Zahlen gelten für das muldenförmige Band, die freien für das flache.

B. Die Höhenförderung der Sammelkörper geschieht durch Becherwerke, oder Paternosterwerke oder Elevatoren (Fig. 74).

Ueber zwei Rollen A und B ist ein endloses Band gespannt, auf welchem Gefäße C (Becher) befestigt sind, deren Form derart ausgeführt ist, daß bei der Drehung der Rollen (im Sinne des eingezeichneten Pfeiles) die durch Gosse D zugeführten Sammelkörper von den Bechern erfaßt und gehoben werden. Bei dem Richtungswechsel auf der oberen Rolle entleeren die Becher das Fördergut in die Ablaufrinne E.

Bezeichnet D den Durchmesser der oberen Rolle B in Metern, so soll sein: die Ausladung der Becher $a \leq 0{,}14\,D$. Die lichte Weite des Gehäuses $W = 1{,}4\,D$; die Breite der Becher $b = 0{,}5\,D$; die Anzahl der Umdrehungen in der Minute $n = \frac{36}{\sqrt{D}}$; es ist dann die Anzahl Liter, welche in 1 Sekunde geliefert werden, $L = 50\,\sqrt{D^3}$.

Von Wichtigkeit ist die Lage der Kante bei der Entleerungsrinne. Bezeichnet T den Abstand derselben von der Mitte des oberen Rades, so ist

bei normaler Umdrehungszahl $\left(n = \frac{36}{\sqrt{D}}\right)$ $T \cdot \geq 0{,}17\,D$.

Ist die Umdrehungszahl $^3/_4$ so groß, so ist $T \geq 0{,}4\,D$.

" " " $^3/_8$ " " " " $T \geq 0{,}8\,D$ zu machen.

In neuerer Zeit werden Transportvorrichtungen hauptsächlich für Getreide mit Druckwasser oder Preßluft ausgeführt. Die Einrichtungen haben als Grundgedanken den der Strahlpumpe, indem ein Wasser- oder Luftstrahl die Körner mit sich reißt, und in die Röhren fortgeleitet. Mit der Förderung tritt zugleich eine gründliche Reinigung ein.

Kälteerzeugungs-Einrichtungen.

Mit dem Aufschwunge der untergärigen Bierbrauerei, welche in einer Hauptphase des Betriebes (bei der Haupt- und Nachgährung) auf niedrige Temperaturen (bis zu 1° C) angewiesen ist, machte sich das Bedürfnis, jene niederen Temperaturen sich unabhängig von der Winterkälte und den klimatischen Verhältnissen zu sichern, immer mehr geltend. Diesem Bedürfnisse suchte man durch Konstruktion von Kälte- oder Eismaschinen zu begegnen. Die Kältemaschinen sind denn auch, Dank den unablässigen Bemühungen hervorragender Ingenieure, bereits zu hoher Vollkommenheit gelangt. —

Während die erforderliche niedrige Temperatur früher allgemein durch Anwendung großer Eismassen erzielt wurde, welche man in besonderen Eiskellern neben oder über den zu kühlenden Kellern aufspeicherte, geschieht in neuerer Zeit dagegen die Kühlung der größeren Brauereien (über 10000 hl Biererzeugung jährlich) vorteilhaft auf künstliche Weise mittels Kühlmaschinen, nachdem diese Art sicherer, billiger und einfacher ist, und gestattet, die Keller- und Würzetemperaturen nach Belieben zu regeln.

Es soll aus diesem Grunde im Folgenden die künstliche Kälteerzeugung kurz behandelt werden.

Jede Abkühlung setzt die Bindung einer Wärmemenge voraus. Dieselbe kann auf dreierlei Weise geschehen:

1) Durch Ueberführen eines Teiles der Wärme auf einen anderen Körper mittels Leitung und Strahlung,
2) durch Ausdehnung (Expansion) eines gasförmigen Körpers,
3) durch Uebergang eines Körpers von einem Aggregatzustand in den andern.

Zur künstlichen Erzeugung von tiefen Temperaturen können nur die letzten beiden Vorgänge benutzt werden.

I. Soll Kälte durch Ausdehnung eines gasförmigen Körpers hervorgebracht werden, so wird in folgender Weise verfahren:

Das Gas wird zusammengepreßt, und die dabei auftretende Wärme, welche eine Temperaturerhöhung hervorbringt, wird durch Kühlwasser entfernt. Bei der Ausdehnung des gepreßten Gases, welches die Temperatur des Kühlwassers hat, wird in entsprechender Weise Wärme verbraucht, wodurch die Temperatur erniedrigt wird.

Die Kaltluftmaschine,*) welche diesen Prozeß ausführt, kann „offen“ oder „geschlossen“ sein, je nachdem die Luft bei jedem Hube wechselt, oder ein und dieselbe Luftmenge den Vorgang fortwährend wiederholt.

Windhausen ließ die aus der Maschine tretende Luft in die Keller austreten. Diese Art der Kellerkühlung wurde nach einigen Ausführungen (Overbeck-Dortmund, Hildebrand-Pfungstadt) wieder aufgegeben, da die von der Kühlmaschine ausgestoßene Luft für diesen Zweck zu kalt (40 bis 50° C) und der Wirkungsgrad zu gering war; dieselbe wird jetzt hauptsächlich zur Aufbewahrung des Fleisches verwendet, und gelangt an jenen Orten zu einer Bedeutung, in denen eine Druckluftanlage vorhanden ist.

II. Verflüssigung von festen Körpern (Kältemischungen).

Von den vielen Kältemischungen findet in der Brauerei nur eine praktische Verwendung in dem Kaltluftapparat „Patent Honerla“. Werden 100 Gewichtsteile Schnee (zerstoßenes Eis) und 30 Teile Kochsalz gemischt, so tritt eine Temperaturerniedrigung bis — 20° C ein.

Kaltluftapparat Honerla. (Fig. 75.)

Die Kältemischung befindet sich in dem Gefäß A, dessen Deckel B leicht abnehmbar ist, und dessen dachförmiger Boden C durchlocht ist. Unter demselben sind mehrere ebene, durchlochte Bleche oder Siebe angebracht, durch welche das Schmelzwasser abtropft, um durch Rohr D abzufließen. Die zu kühlende Luft wird durch ein Gebläse bei E zwischen dem äußeren und dem Kühlgefäß eingeführt, kühlt sich an der äußeren Wand des letzteren vor, tritt durch die vom Schmelzwasser benetzten Siebböden, sowie durch das Kältegemisch hindurch und verläßt die Einrichtung bei F.

---

*) Es wird ausschließlich atmosphärische Luft verwendet.

III. Ueberführung eines flüssigen Körpers in Dampfform.

Wird einer Flüssigkeit Wärme zugeführt, so erhöht sich ihre Temperatur bis zu einer bestimmten Grenze, von welcher an der Uebergang in Dampfform erfolgt. Diese Grenztemperatur wird Siedepunkt genannt und ist bei verschiedenen Flüssigkeiten sehr verschieden, bei der gleichen Flüssigkeit aber lediglich vom Druck abhängig, welchem der entstehende Dampf ausgesetzt ist.*)

Besitzt ein Dampf Siedetemperatur, so ist er „gesättigt", ist seine Temperatur höher, so ist er „überhitzt".

Während bei den überhitzten Dämpfen zu jedem Drucke eine ganz bestimmte Temperatur (Siedepunkt der Flüssigkeit bei diesem Drucke) gehört, folgen die überhitzten Dämpfe dem Mariotte-Gay Lussac'schen Gesetze wie die Gase.

Nach dieser Festsetzung des Siedepunktes sollen die beiden Arten angegeben werden, nach welchen die Verflüchtigung eintreten kann.

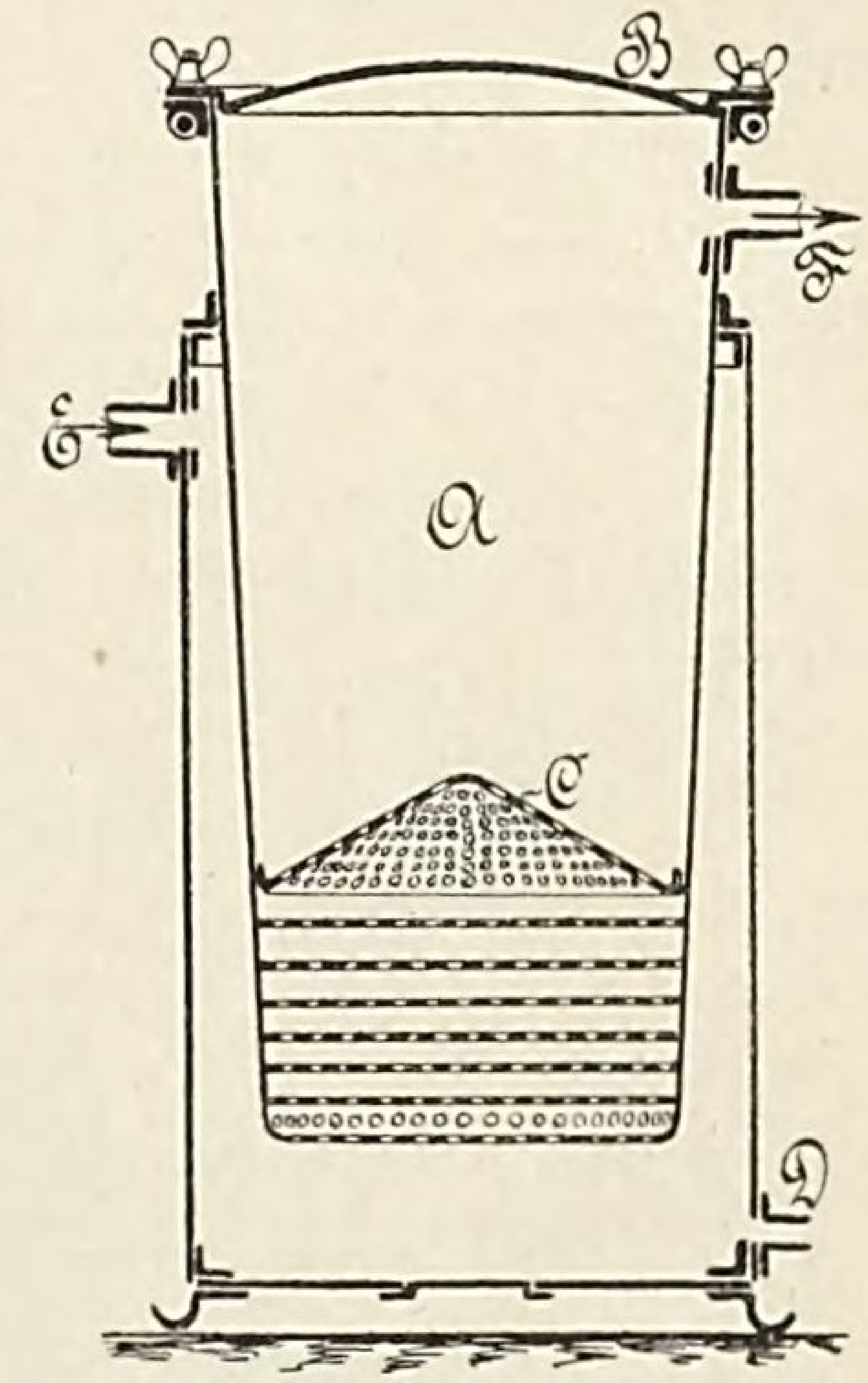


Fig. 75. Kaltluftapparat Honerla.

a) Durch Verdunstung.

Dieselbe tritt bei jeder Temperatur unter dem Siedepunkt an der Oberfläche einer Flüssigkeit auf, und ist um so stärker, je größer der Temperaturunterschied von Flüssigkeit und Umgebung, und je geringer der Druck ist, den der schon entstandene Dunst auf die Flüssigkeit ausübt. Die zur Verflüchtigung nötige Wärme wird der Flüssigkeit selbst entzogen, wodurch sich dieselbe abkühlt. Sobald die Temperatur der Flüssigkeit geringer wird, als diejenige ihrer Umgebung, wird von der Umgebung so viel Wärme zugeführt, als zur Verdunstung verbraucht wird, wodurch ein Beharrungszustand eintritt.

Diese Art der Kälteleistung wird bei den Kühlschiffen, sowie bei den Rückkühlapparaten für Kühlwasser benutzt.

b) Durch Verdampfung.

Dieselbe erfolgt bei der Siedetemperatur in der ganzen Flüssigkeit. Die zur Verflüchtigung nötige Wärme wird aus der Umgebung genommen, wodurch dieselbe abgekühlt wird.

Da es nun für den praktischen Betrieb unzulässig und zu teuer wäre, den in Dampfform übergegangenen Körper in die Atmosphäre entweichen zu lassen, so ist es Aufgabe der Kältemaschine, den auftretenden Dampf wieder in tropfbare Form zu verwandeln und die bei diesem Vorgang auftretende Wärme durch Kühlwasser abzuführen.

Diese Arbeit wird durch die „Verdampfungsmaschine" geleistet.

Die Zurückführung des Dampfes in die tropfbare Form kann auf zweifache Weise geschehen.

---

*) Gewöhnlich wird der Siedepunkt für den atmosphärischen Normaldruck 760 mm Quecksilbersäule angegeben.

I. Durch Zusammenpressen und Abkühlung des Dampfes auf eine Temperatur, welche unter der zu dem Enddrucke gehörigen Siedetemperatur liegt.

Dieser Prozeß wird durch die „Verdampfungsmaschinen mit Kompressionseinrichtung“, kurz „Kompressionsmaschinen“ oder „Kaltdampfmaschinen“ ausgeführt.

Da dieses System sich am meisten bewährt hat und die weiteste Verbreitung besitzt, soll eine gedrängte Beschreibung folgen.

Wirkungsweise einer Kaltdampfmaschine. (Fig. 76.)

Der arbeitende Körper tritt als Flüssigkeit unter dem Druck p_1 und der dazu gehörigen Siedetemperatur t_1 in das Gefäß A ein und geht dort in Dampfform über, weshalb dasselbe „Verdampfer“ oder „Refrigerator“ genannt wird. Die zu dieser Verdampfung nötige Wärme entnimmt er aus seiner Umgebung, welche aus einer Flüssigkeit besteht, die bei a zufließt und bei b mit geringerer Temperatur abfließt.

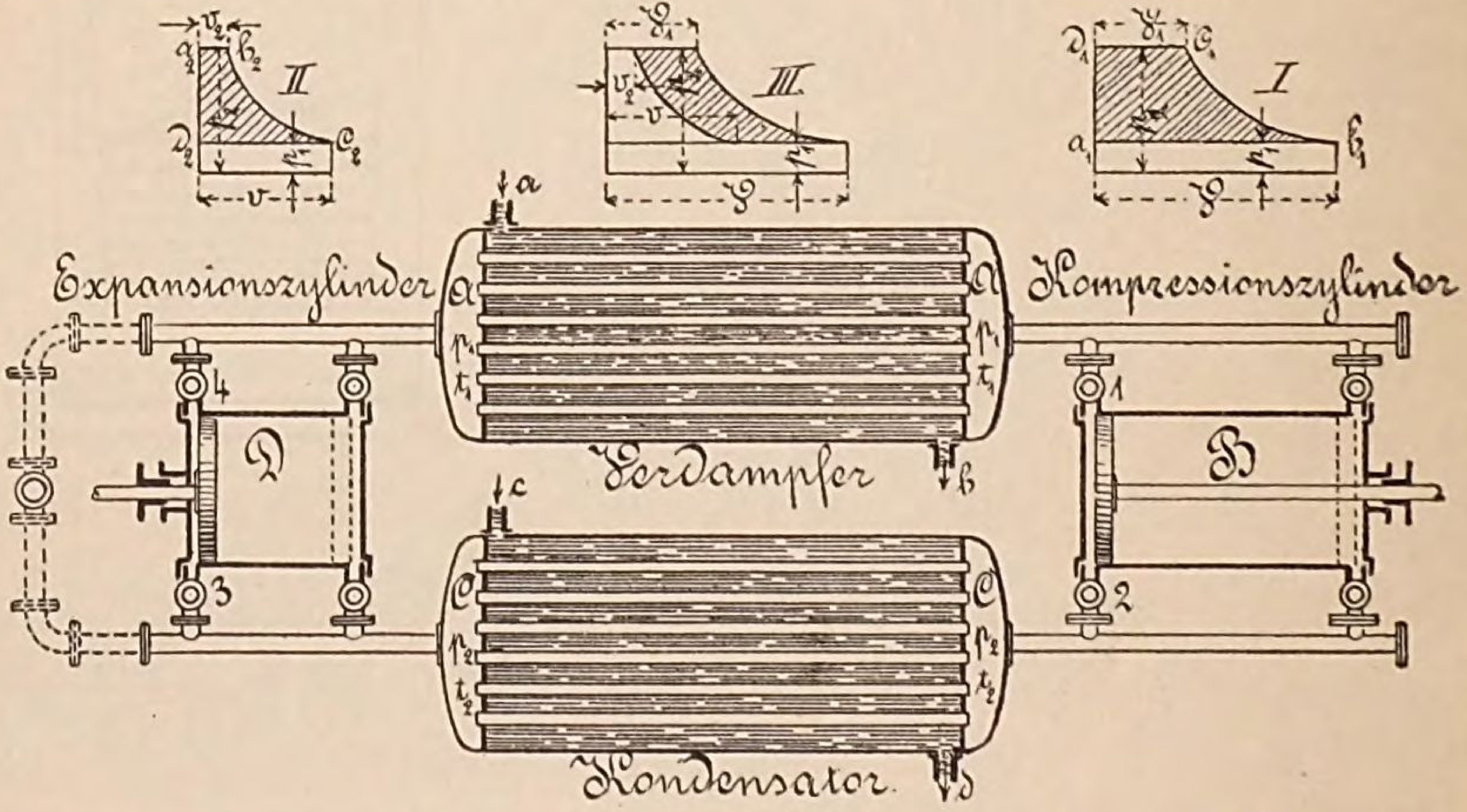


Fig. 76. Wirkungsweise einer Kaltdampfmaschine.

Erfolgt die Abkühlung unter 0°, so muß eine Salzlösung (NaCl, $CaCl_2$) verwendet werden, um ein Gefrieren zu verhindern.

Prozentgehalt der Lösung		1	5	10	15	20	25
Gefrierpunkt	Chlornatrium	−0,8	−3,8	−7,4	−11,0	−14,4	−17,8
	Chlorcalcium	−0,5	−2,5	−5,6	− 9,6	−14,8	−22,1

Der entstehende Dampf wird nun durch die Arbeits- oder Kompressionspumpe B angesaugt und zusammengepreßt.

Dieser Vorgang sei auf der linken Zylinderseite näher betrachtet.

1. Ansaugperiode.

Sobald der Kolben seine gezeichnete Endlage verläßt, wird durch das geöffnete Einlaßorgan 1 aus dem Verdampfer ein Gemisch von Dampf und Flüssigkeit vom Druck p_1 und der Temperatur t_1 angesaugt und zwar der ganze Zylinderinhalt V.

Diese Periode wird im Indikatordiagramm I durch a_1 b_1 dargestellt.

2. Kompressionsperiode.

Durch äußere motorische Kraft bewegt sich der Kolben in entgegengesetzter Richtung, wobei sich 1 schließt und das angesaugte Gemisch vom Rauminhalt V auf V_1 zusammenpreßt. Dadurch erhält der arbeitende Körper den Druck p_2, und die diesem Druck entsprechende Siedetemperatur t_2, vorausgesetzt, daß der Dampf gesättigt bleibt, was der Fall ist, wenn beim Ansaugen aus dem Verdampfer genügend Flüssigkeit in die Pumpe eintrat.

Diese Periode wird durch b_1 c_1 dargestellt.

3. Ausstoßperiode.

Ist der Druck p_2 erreicht, so öffnet sich das Auslaßorgan 2, wodurch der gepreßte Dampf durch den Kolben in das Gefäß C verdrängt wird, dargestellt durch c_1 d_1.

Hier wird dem gesättigten oder überhitzten Dampfe durch Kühlwasser, das bei c zufließt und bei d erwärmt abfließt, Wärme entzogen. Dadurch wird derselbe zur Flüssigkeit verdichtet, weshalb das Gefäß C der „Verdichter" oder „Kondensator" genannt wird.

Der arbeitende Körper in flüssiger Form mit dem Drucke p_2 und der zugehörigen Siedetemperatur t_2 muß nun wieder in den Verdampfer A geschafft werden, nachdem derselbe vom Kondensatordrucke p_2 auf den Verdampferdruck p_1 gebracht wurde.

Diese Druck- und Temperaturverminderung wird erreicht dadurch, daß der arbeitende Körper im Speisezylinder D durch Ausdehnung Arbeit verrichtet:

1. Einströmperiode, dargestellt im Indikatordiagramm II durch a_2 b_2. Es tritt bei geöffnetem Einlaßorgan 3 der arbeitende Körper aus dem Kondensator ein, besitzt den Raum v_2 und den Druck p_2.

2. Expansionsperiode, dargestellt durch b_2 c_2. Der Raum v_2 dehnt sich nun auf den ganzen Zylinderraum v aus, und muß so gewählt werden, daß am Schlusse der Expansion der Verdampferdruck p_1 und die entsprechende Siedetemperatur t_1 erreicht wird.

3. Auslaßperiode, dargestellt durch c_2 d_2. Beim Rückgang des Kolbens wird die Flüssigkeit durch das geöffnete Auslaßorgan 4 mit dem Enddruck p_2 in den Verdampfer A geschoben, wodurch der Kreisprozeß des arbeitenden Körpers geschlossen ist.

Die Fläche des Indikatordiagrammes I stellt die Arbeit dar, welche bei der Kompression von außen geleistet werden muß, die Fläche II jene, welche bei der Expansion wieder gewonnen wird. Der Unterschied bei der Fläche III ist die Arbeit, welche beim Betriebe der Maschine aufgewendet werden muß.

Theoretisch ist nun diese Betriebsarbeit von dem Körper unabhängig, welcher den Kreisprozeß durchmacht, in Wirklichkeit ist jedoch der arbeitende Körper von Einfluß durch die auftretenden Verluste.

Dieselben sind hauptsächlich folgende:

1. Verlust durch das Regulierventil.

Die Kältemaschinen werden in der Regel nicht mit dem Speisezylinder D ausgeführt, welcher die Kühlflüssigkeit unter Arbeitsleistung vom Kondensatordruck auf den Verdampferdruck und die demselben ensprechenden Temperatur herabmindert,

sondern der Speisezylinder wird ersetzt durch eine Vorrichtung (Regulierventil), welche den arbeitenden Körper in regelbarer Menge vom Kondensator in den Verdampfer infolge des Druckunterschiedes unmittelbar eintreten läßt. Da die Kühlflüssigkeit nicht durch Arbeitsabgabe abgekühlt wird, so verringert ihre Wärme die Verdampferleistung, und es wird außerdem an Betriebskraft verloren.

2. Verlust durch Ueberhitzung.

Dieser Verlust tritt ein, sobald bei der Kompression die Temperatur höher wird, als der Siedepunkt der Kühlflüssigkeit beim Kondensatordruck. Ueberhitzung tritt ein, wenn beim Ansaugen vom Verdampfer in den Kompressor zu wenig Flüssigkeit eintritt, und durch die im Kompressor erfolgte geringe Verdampfung eine ungenügende Abkühlung erfolgt.

3. Verlust durch den Spannungsunterschied.

Zwischen den Spannungen der Dämpfe im Kompressor einerseits und im Kondensator und Verdampfer anderseits, herrscht ein Unterschied (hervorgerufen durch Reibung und Ventilwiderstand), welcher im Mittel 0,2 Atm. beträgt und zwar in der Saugperiode während des ganzen Kolbenhubes und in der Druckperiode etwa ⅓ desselben.

4. Verluste, infolge von äußeren (Reibungs-)Widerständen.

Reibung des Kolbens im Kompressionszylinder, der Kolbenstange in der Stopfbüchse und des äußeren Triebwerkes.

Die Körper, welche in neuerer Zeit hauptsächlich zur Kälteerzeugung Verwendung finden, sind: 1. Schwefligsäureanhydrid (SO_2), 2. Ammoniak (NH_3), 3. Kohlensäureanhydrid (CO_2).

In der folgenden Tabelle sind zu den Siedetemperaturen die entsprechenden Drucke dieser Körper angegeben.

Druck in Atmosphären (kg pro 1 qcm).

Siedepunkt in Grad Celsius	— 30	— 25	— 20	— 15	— 10	— 5	0	+ 5	+ 10	+ 15	+ 20	+ 25	+ 30	+ 35	+ 40
Schwefligsäure . . .	0,39	0,51	0,65	0,83	1,04	1,29	1,58	1,93	2,34	2,81	3,35	3,96	4,67	5,46	6,35
Ammoniak	1,19	1,51	1,90	2,37	2,92	3,58	4,35	5,24	6,27	7,45	8,79	10,31	12,01	13,91	16,01
Kohlensäure	14,76	17,49	20,56	24,01	27,87	32,15	36,88	42,08	47,78	54,00	60,75	68,06	75,94		

Für die Kohlensäure ist + 31° C die kritische Temperatur, d. h. bei dieser Temperatur kann sie bei keinem noch so hohen Druck verflüssigt werden; bei Temperaturen über + 31° C kommt die Kohlensäure nur als überhitzter Dampf vor.

Die große Verschiedenheit der den Siedetemperaturen entsprechenden Drucke bei den angeführten drei Körpern bedingt, bei gleicher Kälteleistung und Hubzahl, verschieden großen Inhalt der Kompressionszylinder. Bei der mittleren Verdampfertemperatur — 5° verhalten sich (bei gleicher Hubzahl) die Zylinderräume:

Schwefligsäure : Ammoniak : Kohlensäure = 2,6 : 1 : 0,16.

Je kleiner nun der Zylinder der Kompressionspumpe ist, desto kleiner sind auch die unter 3 und 4 angeführten Verluste.

Der Vorteil, welchen die Kohlensäure dadurch erhält, wird außer dem Einflusse der schädlichen Räume reichlich dadurch aufgehoben, daß eine Ueberhitzung während der Kompression nicht vermieden werden kann.

Abgesehen von dem Verluste, vermindert die Ueberhitzung die Haltbarkeit des Kompressors auch bei vorzüglicher Schmierung ganz bedeutend.

Nur bei Ammoniak kann die Ueberhitzung ganz vermieden werden. Der Verlust durch das Regulierventil ist für Ammoniak am kleinsten, bei Kohlensäure ist dieser Verlust (besonders wenn sich die Kondensatortemperatur der „kritischen" nähert) so groß, daß bei neueren Ausführungen (Windhausen, Riegelmann) das Regulierventil durch einen Speisezylinder ersetzt wird, was natürlich die wertvolle Einfachheit der Kältemaschine beeinträchtigt.

Bei der Wahl des arbeitenden Körpers sind auch noch andere Eigenschaften desselben von Wichtigkeit.

Die schweflige Säure hat den Nachteil, daß, sobald eine tiefere Temperatur als —10 C erreicht werden soll, der Verdampferdruck kleiner wird als der atmosphärische, wodurch bei Undichtheit des Verdampfers, der Saugleitung oder der Stopfbüchse Luft in die Maschine eintritt, was die Leistungsfähigkeit der Maschine beeinträchtigt.

Sowohl die schweflige Säure, als auch das Ammoniak haben die üble Eigenschaft, daß sie nicht atembar sind; dagegen haben sie den Vorteil, daß Undichtheiten (besonders der Stopfbüchse) in Folge ihres charakteristischen Geruches sofort bemerkt werden, wodurch größere Verluste an Kühlflüssigkeit vermieden werden.

Die Schädlichkeit dieser Körper auf die Atmungsorgane wird gemildert durch die Eigenschaft, von Wasser in großer Menge absorbiert zu werden, was bei Erneuerung der Stopfbüchsenpackung, bei der Reinigung der Maschine u. s. f. mit Vorteil verwendet werden kann.

Bei mittlerem Luftdruck (744 mm) und mittlerer Lufttemperatur 15° C absorbiert 1 Liter Wasser: 1 Liter Kohlensäure, 43 L. schweflige Säure und 727 L. Ammoniak.

Es sei hier noch ein Körper erwähnt, welcher seiner Zeit viel Aufsehen erregt hat, die „Pictetflüssigkeit".

Prof. Pictet in Genf, welcher sich um die Einführung der Schwefligsäuremaschine sehr verdient gemacht hat, suchte durch Zusatz von Kohlensäure die Zylinderdimensionen der Kompressionspumpe zu verringern und im Verdampfer stets Ueberdruck gegen die Atmosphäre zu erhalten.

Außer diesen vorhergesehenen Aenderungen glaubte Pictet noch folgende Eigenschaft dieses Gemisches entdeckt zu haben, deren Bestätigung einen großen Umschwung in der Kälteerzeugung hervorgebracht hätte.

„Bei der (hohen) Kondensatortemperatur verbinden sich beide Körper chemisch, die dabei entstehende Wärme wird durch Kühlwasser abgeführt. Bei der (niederen) Verdampfertemperatur trennen sich jedoch wieder beide Körper unter Verbrauch von Wärme, wodurch die Verdampferleistung erhöht wird. Es wird also ein Teil der zur Kompression nötigen, von außen zuzuführenden mechanischen Arbeit durch eine chemische Bindung beider Körper ersetzt."

Es ist jedoch nachgewiesen worden, daß das Gemisch Pictet diese Eigenschaft nicht besitzt, und nichts vor den einfachen Körpern voraus hat. Dem für den Betrieb günstigen Verhältnis zwischen ihrer Siedetemperatur und dem zugehörigen Druck, steht ein Teil der gewichtigen Nachteile gegenüber, welche beim Betrieb mit

reiner Kohlensäure vorhanden sind, wie die Verluste durch das Regulierventil und durch Ueberhitzung.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich, daß **Ammoniak für Kaltdampfmaschinen** der günstigst arbeitende Körper ist.

II. Die Zurückführung des Dampfes in die tropfbare Form kann geschehen durch **Absorption des Dampfes von einer Flüssigkeit infolge chemischen Bindungsvermögens.**

Dieser Vorgang liegt den „Verdampfungsmaschinen mit Absorptionseinrichtung" oder kurz „**Absorptionsmaschinen**" zugrunde, von denen man nach dem arbeitenden Körper zwei Systeme unterscheidet.

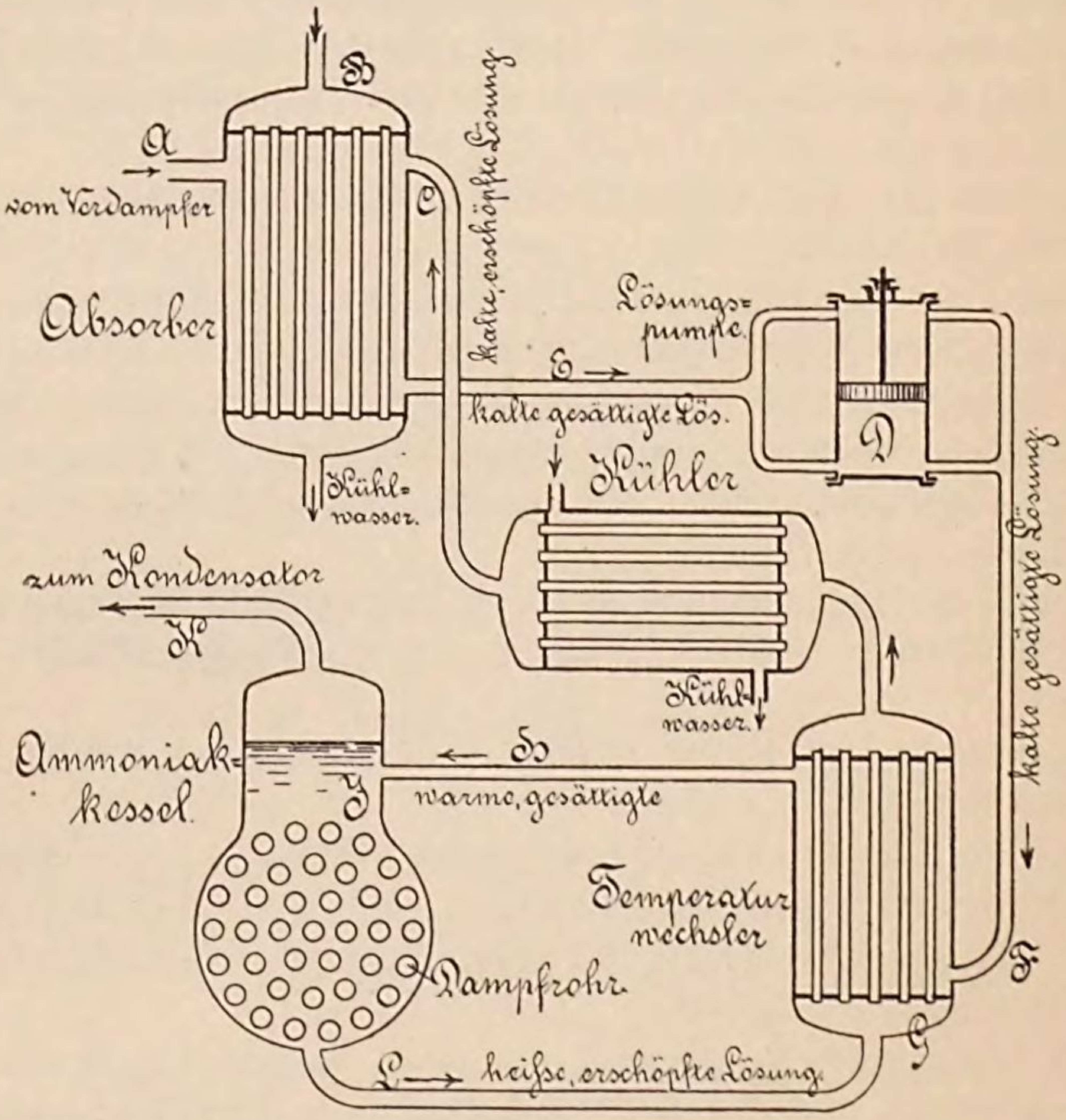


Fig. 77. Wirkungsweise der Ammoniak-Absorptionsmaschine.

1) Das System **Carré** verwendet Wasser zur Absorption von Ammoniakdämpfen.

2) Das System **Windhausen** läßt die im Vakuum (von 1 bis 2 mm Quecksilbersäule) erzeugten Wasserdämpfe durch Schwefelsäure absorbieren. (Vakuummaschinen).

Von den letzteren wurden nur wenige Anlagen ausgeführt. Die Ammoniak-Absorptionsmaschinen dagegen fanden weitere Verbreitung (System **Carré, Kropff, Vaaß & Littmann, Koch & Habermann**); diese Systeme werden jetzt aber immer mehr durch die Kompressionsmaschinen verdrängt.

Wirkungsweise der Ammoniak-Absorptionsmaschine (Fig. 77).

Verdampfer und Verdichter, sowie deren Verbindung durch den Speisezylinder bezw. durch das Regulierventil haben die gleiche Aufgabe, die Kompressionspumpe ist aber durch folgende Einrichtung ersetzt:

Der vom Verdampfer in Dampfform kommende Körper tritt durch Rohr A in das Gefäß B ein, in welches erschöpfte, kalte Lösung durch Rohr C zugeführt wird, wodurch der arbeitende Körper absorbiert wird. In dem Gefäß B, „Absorber" genannt, wird durch Kühlwasser die bei der Absorption auftretende Wärme abgeführt. Die kalte, gesättigte Lösung wird mittels der Lösungspumpe D durch Rohr E angesaugt und durch Rohr F in den Temperaturumwechsler G geführt, von dem sie durch Rohr K in den „Ammoniakkessel" eintritt. Hier wird durch Wärmezufuhr der arbeitende Körper aus der Lösung ausgetrieben, um durch Rohr K in den Kondensator zu entweichen. Die dadurch entstehende, heiße, erschöpfte Lösung fließt durch Rohr L in den Temperaturumwechsler, um die durchfließende, kalte, gesättigte Lösung zu erwärmen und sich dabei abzukühlen. Im Kühler M wird die Temperatur der erschöpften Lösung noch mehr erniedrigt, welche endlich durch Rohr C in den Absorber B eintritt.

Zweiter Abschnitt.

Stärke-, Dextrin- und Dextrosefabrikation.

Die Stärke.

Das Stärkemehl (Amylum, Satzmehl) stellt ein weißes, glänzendes Pulver dar, welches aus mikroskopisch kleinen, farblosen, durchscheinenden Körnchen besteht. Die Körnchen sind organisiert, sie besitzen eine bestimmte Struktur. Form und Größe der Stärkekörnchen sind je nach der Herkunft derselben verschieden.

Die Stärke erscheint nach Sachs als das erste Assimilationsprodukt der chlorophyllhaltigen Pflanzenzelle. Im allgemeinen ist ihr Vorkommen stets an das Vorhandensein von Chlorophyll gebunden, durch dessen Vermittlung sie aus der Kohlensäure der Luft und aus Wasser unter dem Einflusse des Sonnenlichtes entsteht, wobei Sauerstoff abgegeben wird, wie dieses summarisch durch folgendes Schema ausgedrückt werden kann:

$$6\ CO_2 + 5\ H_2O = C_6H_{10}O_5 + 6O_2.$$

An dem Orte ihrer Entstehung (in den Blättern) häuft sich die Stärke nicht an. Sie wird alsbald in eine wanderungsfähige Substanz (Zucker) umgewandelt, und als solche durch weitere Stoffumwandlungen dem Wachstume der Pflanze dienstbar gemacht, oder sie wird aus der wanderungsfähigen Substanz in gewissen Organen der Pflanze zurückgebildet und angesammelt, um für spätere Vegetationsperioden oder Generationen als Reservestoff zu dienen. Solche Pflanzenteile sind es denn auch, welche als Ausgangsmaterial zur Gewinnung der Stärke dienen, oder mit Rücksicht auf ihren Stärkegehalt ohne Abscheidung desselben industrielle Verwendung finden. In erster Linie sind hier anzuführen die Getreidesamen und die Kartoffeln.

Nachstehend geben wir eine kurze Beschreibung der wichtigsten Stärkesorten nach J. Wiesner:

Die Stärkekörner der Kartoffel Fig. 78 sind eiförmig, nur die noch jungen, unentwickelten sind kugelig. Letztere besitzen auch noch keinen ausgeprägten Schichtenbau, während die ersteren zahlreiche, einen exzentrisch gelagerten Kern umgebende Schichten besitzen. Ihr Durchmesser beträgt 0,06—0,1 mm, am häufigsten 0,07 mm.

Die Stärkekörner von Roggen, Weizen und Gerste Fig. 79 sind einander sehr ähnlich, jedoch leicht zu unterscheiden von der Kartoffelstärke. Es kommen meist

große und kleine Körner vor, während solche von mittlerer Größe fehlen. Die großen Körner sind linsenförmig, die kleinen teils kugelig, teils polyedrisch gestaltet. Sie sind entweder ungeschichtet, oder zeigen nur wenige Schichten. Ein Kern ist selten direkt sichtbar, doch wird der Ort desselben häufig durch einen oder mehrere Risse angedeutet. Die kleinen Körner sind stets ungeschichtet; an Stelle des Kernes besitzen sie meist eine lufterfüllte Höhle.

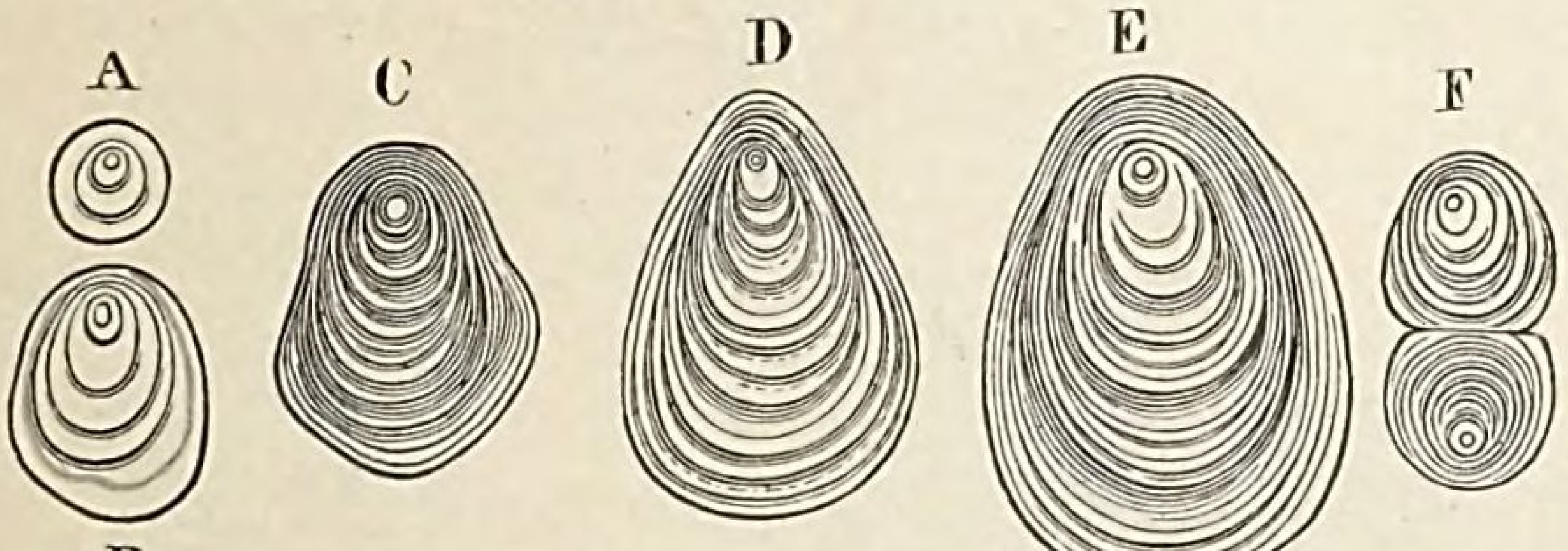


Fig. 78. Vergr. 300 mal. Kartoffelstärke. A junges unentwickeltes Korn, B—E entwickelte Körner, F zusammengesetztes Korn.

In Bezug auf die Größenverhältnisse macht Wiesner folgende Angaben:

	Kleine Körner		Große Körner	
	Grenzwerte	Häufigster Wert	Grenzwerte	Häufigster Wert
Gerste	0,0016—0,0064	0,0046 mm	0,0108—0,0328	0,0203 mm
Weizen	0,0022—0,0082	0,0022 "	0,0111—0,0410	0,0282 "
Roggen	0,0022—0,0090	0,0063 "	0,0144—0,0475	0,0369 "

Die Haferstärke Fig. 80 besteht aus einfachen und zusammengesetzten Körnern. Letztere sind ellipsoidisch gestaltet und aus 20—70 polyedrischen Teilkörnern zusammengesetzt. Die einfachen Körner sind nicht polyedrisch,

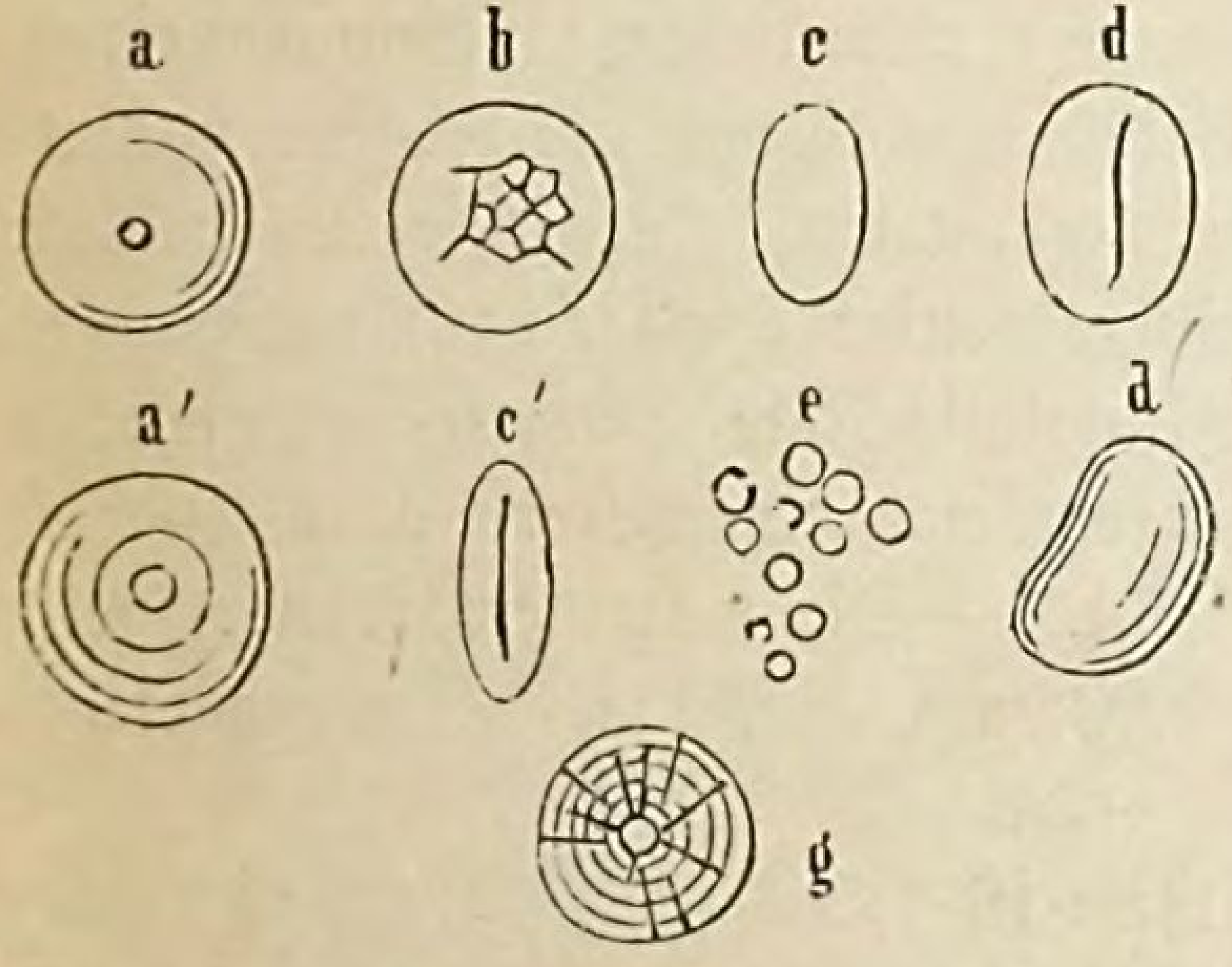


Fig. 79. Vergr. 300. Weizenstärke. a—d große, e kleine Körner, a b von der Fläche, c c' von der Seite gesehene Körner, b Korn mit netzförmigen Eindrücken von den kleinen Körnern herrührend, c' d' Körner mit spaltenförmigen durch den Kern durchgehenden Rissen.

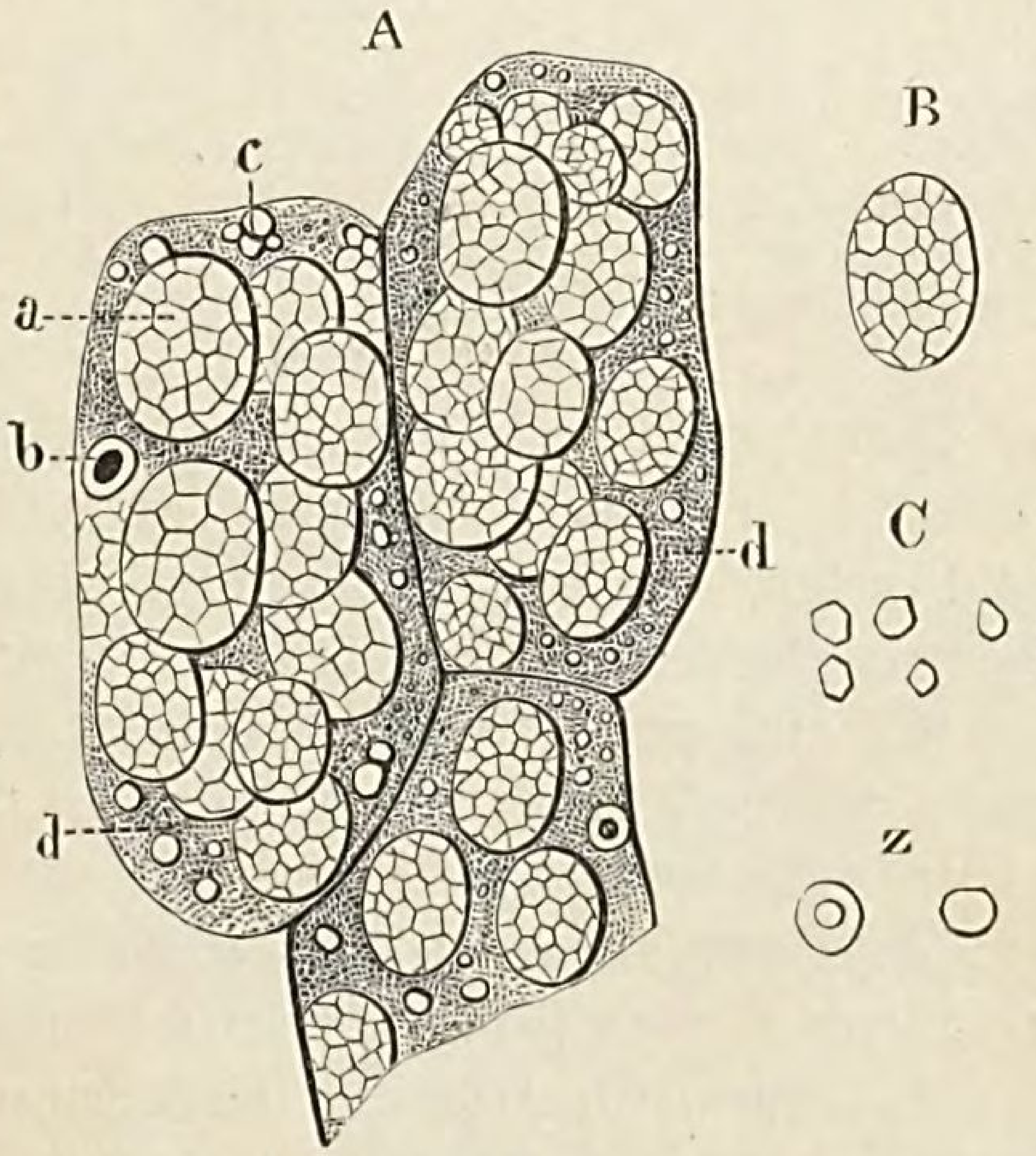


Fig. 80. Vergr. 300. Stärkeführende Zelle aus dem Mehlkörper des Hafers. a echt zusammengesetztes Stärkekorn, b c einfache Stärkekörner, d Protoplasmareste, B zusammengesetztes Korn, C Teilkörner, Z einfache Körner, C und Z etwas stärker vergrößert.

sondern kugelig oder tonnenförmig. Der Durchmesser der einzelnen Körner beträgt 0,003—0,011 am häufigsten 0,008 mm, der Durchmesser der zusammengesetzten 0,014 bis 0,054 mm bezw. 0,031 mm.

Die Reisstärke Fig. 81 besteht ebenfalls aus zusammengesetzten und einfachen Körnern. Die einfachen Körner sind wie die Teilkörner der zusammengesetzten polyedrisch. An Stelle des Kernes befindet sich eine große polygonale, zuweilen sternförmige Höhle. In den Zellen ist der von den zusammengesetzten Körnern frei gelassene Raum durch die einfachen Körner dicht erfüllt.

Der Durchmesser der einzelnen Körner ist 0,003 bis 0,007 meist 0,005 mm, der der zusammengesetzten 0,018—0,036 bezw. 0,022 mm.

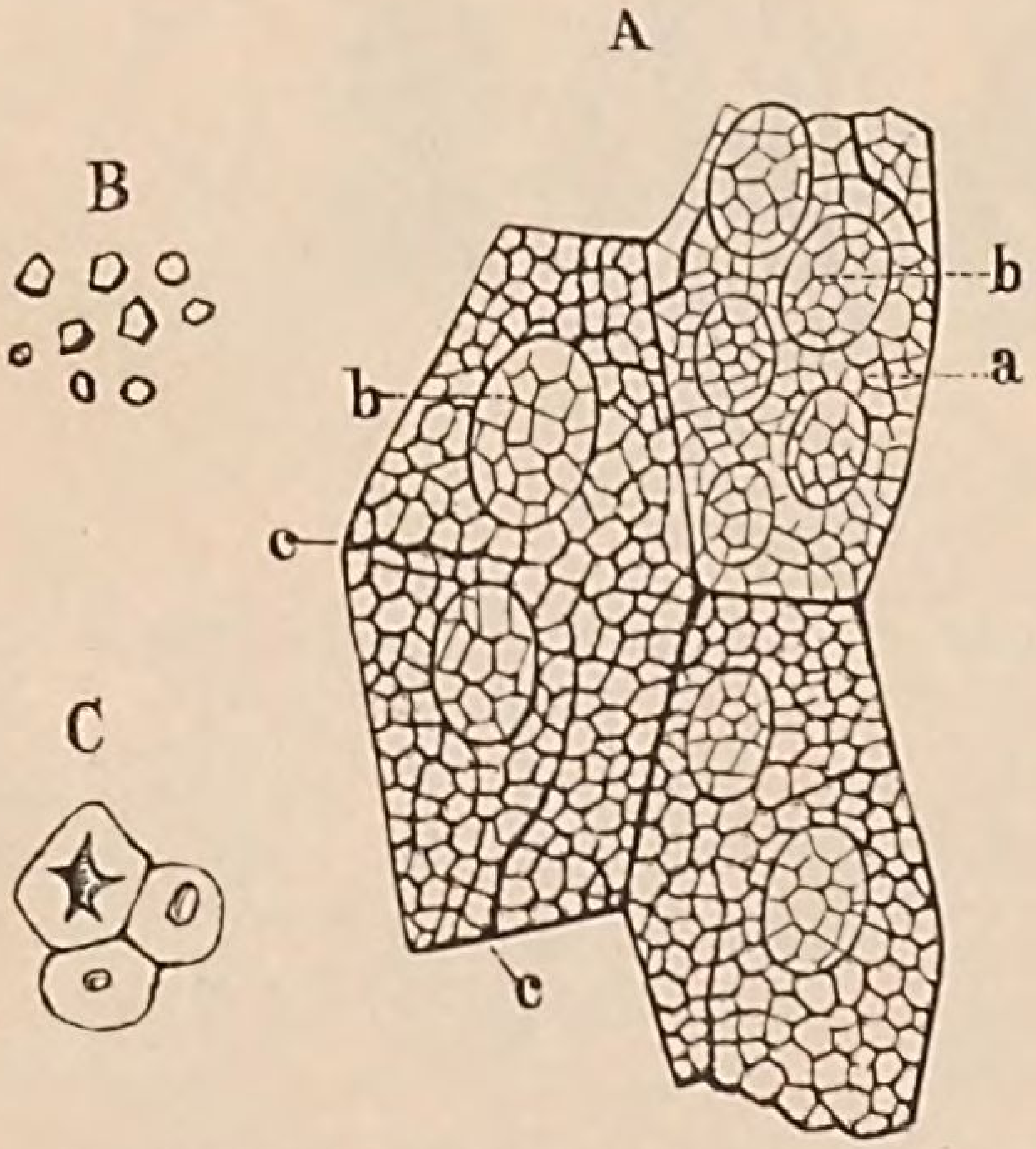


Fig. 81. A, B Vergr. 300, C 800. A Zellen aus dem Reiskorne. a unecht zusammengesetzte Stärke, b echt zusammengesetztes Stärkekorn, c Risse durch Eintrocknen des Gewebes hervorgerufen, B einzelne Körner von a und b, C dieselben stärker vergrößert.

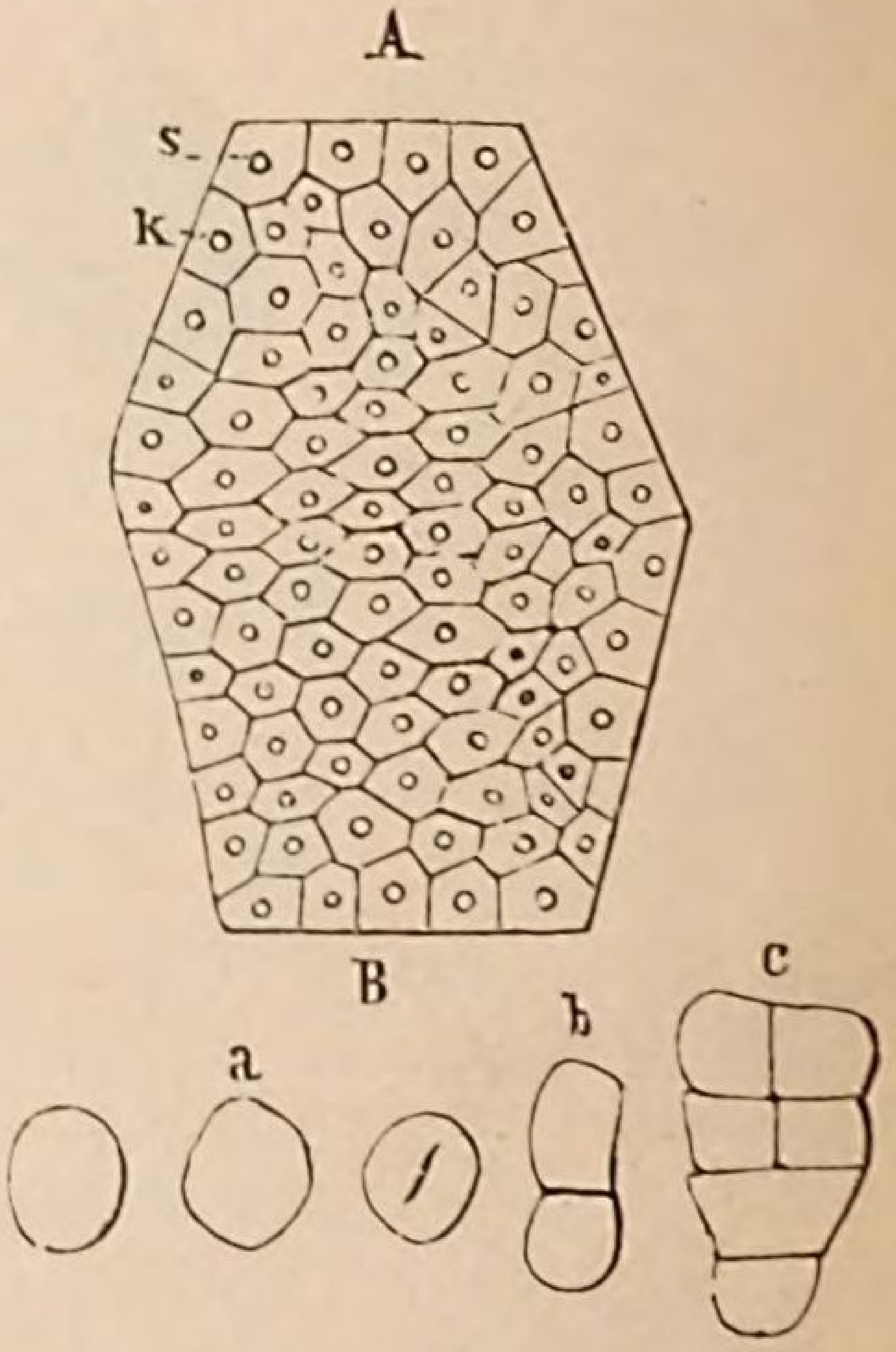


Fig. 82. Vergr. 300. A Stärkeführende Zelle aus dem hornigen Teile des Maiskornes, s einzelnes Stärkekorn, K Korn, B a einfache, b und c echt zusammengesetzte Stärkekörner.

Auch die Maisstärke Fig. 82 besteht aus einfachen und zusammengesetzten Körnern. Im äußeren hornigen Teile des Maiskornes liegen die Körner dicht gedrängt neben einander, zu unechten Körnern verbunden. Im inneren mehligen Teile kommen meist einfache Körner vor; nur einige wenige sind echt zusammengesetzt.

Die einfachen Körner sind kugelig oder ellipsoidisch, die zusammengesetzten und deren Teilkörner polyedrisch. Die meisten Körner zeigen einen Kern oder sind von radialen, vom Kerne ausgehenden Rissen durchsetzt. — Die einzelnen Körner weisen einen Durchmesser von 0,0072—0,0325 meist 0,02 mm auf, die zusammengesetzten am häufigsten einen solchen von 0,047 mm.

Das spez. Gewicht der lufttrockenen Stärke ist 1,503—1,504. Ganz trockene Kartoffelstärke hat ein spez. Gewicht von 1,650.

Lufttrockene Stärke enthält 15—20 pCt. Wasser.

Die Stärkekörner polarisieren das Licht wie doppelbrechende Krystalle.

Die Zusammensetzung der Stärke wird durch die Formel $C_6H_{10}O_5$ ausgedrückt. Dieselbe giebt jedoch nicht die Molekulargröße an, sondern lediglich das Verhältnis, in welchem die Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in der Stärke vorhanden sind. In den Stärkekörnchen hat man es jedenfalls mit komplizierten Mizellen zu thun, welche ihrerseits wieder aus hochmolekularen Atom-

kompleren bestehen. Das Molekulargewicht der sog. löslichen Stärke hat man auf verschiedene Weise zu ermitteln versucht, und sind von den einzelnen Forschern, welche sich damit befaßten, sehr verschiedene Werte angegeben worden. Den höchsten Wert fanden Brown und Morris, welche der löslichen Stärke die Molekularformel $[(C_{12}H_{20}O_{10})_{20}]_5$ geben.

Die Stärkekörnchen selbst bestehen aus verschiedenen Modifikationen ein und desselben Kohlenhydrates. Nach Nägeli unterscheidet man wesentlich zwei Modifikationen, welche sich durch ihr Verhalten gegen kalte verdünnte Säuren und gegen Fermente, sowie durch ihr Verhalten bei anhaltendem Kochen mit Wasser unterscheiden. Während beim Kochen mit viel Wasser die eine Modifikation gelöst wird, bleibt die andere ungelöst in Form zarter Flöckchen zurück. Erstere bezeichnet man als Stärkegranulose; sie macht die Hauptmenge des Stärkekorns aus, letztere — in weit geringerer Menge anwesend — bezeichnet man als Stärkecellulose.

Verhalten der Stärke gegen Wasser. Die Stärke ist in kaltem Wasser unlöslich. Erwärmt man Stärke mit Wasser, so quellen die Körnchen zunächst auf, und vergrößern ihr Volumen sehr beträchtlich, bei fortgesetztem Erhitzen erhalten die gequollenen Körnchen Risse, platzen endlich, und entleeren ihren Inhalt in die umgebende Flüssigkeit. Hat man eine genügende Menge Stärke im Verhältnis zum Wasser angewendet, so entsteht dabei eine zähe, klebrige Masse, welche man als Kleister bezeichnet. Im Kleister befindet sich die Stärke in einem weitgehenden Quellungszustande. Die Temperaturen, bei welchen die Stärkekörnchen aufquellen und, bei welchen die Verkleisterung eintritt, sind je nach der Stärkesorte mehr oder weniger verschieden. Die meisten Stärkesorten zeigen schon bei 50—55 ^{0} Quellungserscheinungen. Die Kleisterbildung tritt ein:

für die Kartoffelstärke bei 65 ^{0} C.,
„ „ Weizenstärke „ 75—80 ^{0} C.,
„ „ Maisstärke „ 75 ^{0} C.,
„ „ Reisstärke „ 80 ^{0} C.,
„ „ Gerstenstärke „ 80 ^{0} C.,
„ „ Roggenstärke „ 80 ^{0} C.,
„ „ Haferstärke „ 85 ^{0} C.

Erhitzt man Stärkekleister in geschlossenen Gefäßen (Druckfläschchen, Dampftopf) bei Temperaturen von mehr als 120 ^{0} — bei reiner säure- und alkalifreier Stärke kann man bis 150 ^{0} C. gehen, ohne daß Zersetzung eintritt —, so wird die Masse dünnflüssig, man erhält eine Lösung, aus welcher sich die Stärke bei langsamem Erkalten salbenförmig abscheidet. Rasch abgekühlt, kann aus der Lösung mit absolutem Alkohol die Stärke als weißer, flockiger Niederschlag gefällt werden. Entwässert man letzteren mit absolutem Alkohol und Aether, so erhält man nach dem Trocknen desselben im Vakuum über Schwefelsäure lösliche Stärke in Form eines ungemein lockeren weißen Pulvers.

Die Eigenschaft der Stärke bei Temperaturen über 120 ^{0} C. von Wasser gelöst zu werden, ist von Bedeutung für die chemische Analyse stärkehaltiger Stoffe und für das Hochdruckverfahren in der Spiritusfabrikation. Erhitzt man Stärkemehl in Glycerin auf 190 ^{0} C., so erhält man ebenfalls lösliche Stärke.

Verhalten der Stärke gegen Jod. Natürliche Stärke, Stärkekleister und lösliche Stärke werden durch Jodlösung bei gewöhnlicher Temperatur blau gefärbt.

Am besten bedient man sich zur Ausführung der Reaktion einer Jod-Jodkaliumlösung (1 gr Jod, 2 gr Jodkalium in 250 ccm Wasser). Erhitzt man, so verschwindet die Blaufärbung, beim Abkühlen der Flüssigkeit stellt sie sich wieder ein. Will man daher eine heiße Flüssigkeit mit Jod auf Stärke prüfen, so muß man sie zuvor abkühlen.

Mylius, Seyfert und Tóth fanden übereinstimmend den Jodgehalt der der reinen, blauen Jodstärke zu 18,5 bez. 18,56 pCt. Diese Werte führen zu der empirischen Formel $(C_{24}H_{40}O_{20})_6J_7$. Mylius nimmt in der Jodstärke die Anwesenheit von Jodwasserstoffsäure an, und stellt eine etwas andere Jodstärkeformel auf. Seyfert, Tóth und Stokes zeigten jedoch, daß nur Jod und keine Jodwasserstoffsäure vorhanden ist. Auf Zusatz von Säuren wird die Jodstärke aus ihren Lösungen als Niederschlag abgeschieden. Seyfert glaubte, auf dieses Verhalten bei der konstanten Zusammensetzung der Jodstärke eine titrimetrische Methode zur Bestimmung der Stärke gründen zu können. Nach Tóth ist dieses jedoch nur bei reinen Materialien möglich, nicht aber bei unreinen Substanzen, Mehlen u. dgl., da die fremden Beimengungen ebenfalls Jod absorbieren.

Wie die Stärke selbst, so geben auch gewisse Umwandlungsprodukte derselben mit Jod charakteristische Färbungen (s. u.).

Verbindungen der Stärke mit Basen. Auf Zusatz von Barytwasser im Ueberschuße zu dünnem Stärkekleister oder zu einer Stärkelösung wird alle Stärke als Barytverbindung gefällt. Je nach den Konzentrationsverhältnissen, unter welchen der Niederschlag entstanden, enthält derselbe mehr oder weniger Baryt. Auch mit Kalcium- und Strontiumoxyd bildet die Stärke unter Umständen unlösliche Verbindungen. Völlig unlöslich sind dieselben wie die Barytverbindungen jedoch nur in einem Ueberschusse des Fällungsmittels, durch Wasser werden sie leicht zersetzt. Zur quantitativen Bestimmung der Stärke sind auch diese Verbindungen ihrer wechselnden Zusammensetzung wegen nicht brauchbar.

Einwirkung von Säuren auf Stärke. Durch verdünnte Säuren wird das komplizierte Stärkemolekül in einfachere Komplexe gespalten, wobei gleichzeitig eine Wasseraufnahme stattfindet. Am intensivsten wirkt die Salzsäure, weniger intensiv die Schwefelsäure. Durch Temperaturerhöhung wird der Spaltungs- und Hydrationsprozeß wesentlich beschleunigt.

Läßt man Stärke mit 7,5 prozentiger Salzsäure sechs bis acht Tage lang bei gewöhnlicher Temperatur stehen, so verliert dieselbe, ohne daß dabei eine äußerlich wahrnehmbare Veränderung mit ihr vorgeht, die Fähigkeit, Kleister zu bilden. Nach dem Auswaschen der Säure und Trocknen des Rückstandes an der Luft hat man — lösliche Stärke. Der Vorgang beruht jedenfalls in einer Spaltung der kleisterbildenden Mizelle in einfachere Komplexe, welche in Wasser eine gewisse Löslichkeit besitzen.

Rauchende Salzsäure verkleistert und löst Stärke bei gewöhnlicher Temperatur zu einer klaren Flüssigkeit, welche zunächst lösliche Stärke enthält.

Wird Stärke mit verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure gekocht, so findet eine tiefgreifende Spaltung statt, durch welche unter geeigneten Bedingungen die Stärke fast vollständig in Dextrose $C_6H_{12}O_6$ übergeführt wird, entsprechend der Gleichung $C_6H_{10}O_5 + H_2O = C_6H_{12}O_6$ (vergl. Dextrosefabrikation). Es findet also unter dem Einflusse der Säure eine Wasseraufnahme (Hydratisierung) der $C_6H_{10}O_5$-

Gruppen statt. Obige Gleichung drückt jedoch nur den Endeffekt der Einwirkung verdünnter Säure auf die Stärke aus. In Wirklichkeit verläuft der Vorgang nicht so einfach, da die Stärke nicht ohne weiteres in Dextrose übergeht, sondern eine Reihe von Zwischenprodukten liefert, die sog. Dextrine. Das Auftreten der Dextrine mußte notwendig zu der Annahme führen, daß das Stärkemolekül aus einer größeren Anzahl von $C_6H_{10}O_5$=Gruppen bestehe. Den Vorgang bei der Einwirkung von verdünnten Säuren (oder Fermenten s. u.) auf die Stärke hat man dementsprechend vielfach als Stärkeabbau bezeichnet. Ueber die Art und Weise, wie der Stärkeabbau erfolgen soll, haben verschiedene Forscher verschiedene Ansichten geäußert. Während die einen (nach Payen) annahmen, daß das Stärkemolekül zuerst in die einfacheren Dextrinmoleküle gespalten werde, und diese letzteren dann weiter unter Wasseraufnahme in Dextrose zerfielen, gelangten andere (nach Musculus) zu der Annahme, daß die Dextrin= und Dextrosebildung gleichzeitig erfolge. Ueber die Zahl der dabei entstehenden Dextrine, sowie über die Natur derselben gehen die Ansichten gleichfalls weit auseinander. Eine sichere Vorstellung über den Stärkeabbau ist aber erst dann zu gewinnen, wenn hierüber völlige Klarheit herrscht, d. h. wenn die Dextrine nach ihrer Molekulargröße und chemischen Natur gekannt sind. Ein wichtiger Schritt in letzterer Richtung geschah durch Scheibler und Mittelmeier,*) welche nachwiesen, daß die Dextrine freie Karbinolgruppen besitzen und somit Fehling'sche Lösung zu reduzieren vermögen. Scheibler und Mittelmeier betrachten das Molekül der Stärke (bezw. der Granulose) als bestehend aus einer nicht bekannten Anzahl von Glykosegruppen, welche mittels Monocarbonyl= und, da den Reaktionen zufolge die Granulose keine freie Carbonylgruppe besitzt, auch mittels einer Dicarbonyl= (rohrzuckerartigen) Bindung verknüpft sein müssen. Von den vielen denkbaren Formeln sind nach Scheibler und Mittelmeier folgende zwei die Grenzfälle:

$$\text{I. } R < R < R < R < \ldots.R < R < \;> R > R \ldots > R > R > R > R\text{**)},$$
$$\text{II. } R < R < R < R < R < R < \ldots..R < R < \;> R > R.$$

Im ersten Falle nimmt die Dicarbonylbindung eine die Formel symmetrisch teilende Mittelstellung ein, im zweiten Falle eine Seitenstellung.

Schließt man sich der Ansicht an, daß bei der Hydrolyse der Stärke zunächst nur Dextrin und dann aus diesem Zucker entsteht, so wird die Zersetzung in der wahrscheinlichsten Form durch folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$R < R < R < \ldots R < R < \;> R > R \ldots > R > R > R > R + H_2O$$
$$= R < R < R < R \ldots R < R <: + :> R > R \ldots > R > R > R > R.$$

Wie die Formeln zeigen, würden die Spaltungsprodukte freie Carbonylgruppen also Aldehydnatur besitzen, was thatsächlich der Fall ist.

Wenn man sich dagegen für die Hypothese entscheidet, daß Dextrine und Zucker gleichzeitige Produkte der Hydrolyse sind, so würde diese erste Phase des Vorganges durch die eine oder andere der folgenden Gleichungen Ausdruck finden können:

---

*) Berichte der deutschen chem. Ges. XXIII, 3060.

**) R bezeichnet einen Glycoserest, das Zeichen $<$ eine Mono=, das Zeichen $< >$ eine Dicarbonylbindung, das Zeichen $<:$ eine freie Carbonylgruppe.

$$\text{I.}\quad R < R < R < R < R \ldots R < R < \; > R > R + H_2O$$
$$= R < R < R < R \ldots R < R <: + :> R > R$$
$$\text{Maltose}$$

oder

$$\text{II.}\quad R < R < R < R < R < R \ldots R < R < \; > R > R + H_2O =$$
$$= R < R <: + R < R < R < R \ldots R < R < \; > R > R.$$

Es würde also im ersteren Falle zunächst neben Maltose ein Dextrin mit Aldehydnatur entstehen, im anderen Falle Maltose und ein Dextrin ohne Carbonylgruppe.

Zur Zeit ist über die Natur der Stärkehydrolyse noch nicht so viel Thatsächliches bekannt, um von den vielen möglichen Formelgleichungen die wirklich zutreffende heraus zu finden.

Betrachten wir die von Brown und Morris für die lösliche Stärke ermittelte Molekularformel $[(C_{12}H_{20}O_{10})_{20}]_5$, so wären eine sehr große Anzahl von Dextrinen denkbar. Beobachtungen des Verfassers deuten jedoch darauf hin, daß die Anzahl derselben doch nur eine sehr beschränkte sein kann. Es wäre dies darauf zurückzuführen, daß nicht etwa eine allmähliche Abspaltung einer Gruppe nach der anderen stattfindet, sondern daß ein plötzlicher Zerfall komplizierterer Gruppen in einfachere und ein ebensolcher der letzteren in Maltose (bezw. Glykose) erfolgt. Es unterliegt keinem Zweifel, daß auch bei der Einwirkung von Säuren auf Stärke Maltose gebildet wird, welche allerdings sofort weiter in Glykose zerfällt.

Einwirkung von chemischen Fermenten (Enzymen) auf Stärke. Wie durch verdünnte Säuren wird die Stärke auch durch gewisse chemische Fermente in einfachere Körper zerlegt, nämlich in Dextrine, Isomaltose, Maltose und Dextrose. Als stärkeumwandelnde Fermente sind zu erwähnen Diastase, Glykase, Pankreatin und Ptyalin. Die ersten beiden kommen im Pflanzen-, die letzteren im Tierkörper vor.

Von besonderem Interesse ist an dieser Stelle das Verhalten der Stärke gegen Diastase. Letztere ist das Ferment des Malzes, der gekeimten Gerste, des gekeimten Getreides. Der Erzeugung dieses Fermentes dient die Malzbereitung. Die Einwirkung der Diastase auf die Stärke, ist einer der wichtigsten Vorgänge in der Spiritusfabrikation und der Bierbrauerei.

Die Diastase ist ein eiweißartiger Körper, im Wasser leicht löslich. Eine sehr geringe Menge derselben ist im stande, große Mengen von Stärke umzuwandeln.

Man erhält eine Diastaselösung, wenn man zerquetschtes Grün- oder Darrmalz mit Wasser bei gewöhnlicher Temperatur extrahiert.

Die verschiedenen Stärkearten verhalten sich gegen eine solche Lösung bei gewöhnlicher Temperatur ungleich. So wird Kartoffelstärke so gut wie garnicht angegriffen, während die Getreidestärken (Gerste-, Weizen-, Roggenstärke) allmählich aufgelöst werden. Immer jedoch geht die Auflösung unter diesen Umständen sehr langsam vor sich.

Eine wesentliche Steigerung erfährt der Vorgang durch Erhöhung der Einwirkungstemperatur; doch zeigen sich auch hier noch immer erhebliche Unterschiede bei den verschiedenen Stärkearten, wie aus folgender kleiner Tabelle über die Einwirkung von Diastase auf unverkleisterte Stärke bei verschiedenen Temperaturen ersichtlich:

	Von 100 Teilen Stärke werden umgewandelt bei:				
	50° C	55° C	60° C	65° C	70° C
Kartoffelstärke	0,13	5,0	52,7	90,3	—
Gerstenstärke	12,1	53,3	92,8	96,2	—
Grünmalzstärke ...	29,7	58,6	92,1	96,2	—
Darrmalzstärke ...	13,0	56,0	91,7	93,6	—
Weizenstärke.....	—	62,2	91,1	94,6	—
Reisstärke	6,6	9,7	19,7	31,1	—
Maisstärke	2,7	—	18,5	54,6	93,3

Am leichtesten wird von der Diastase vollkommen verkleisterte oder noch besser, gelöste Stärke angegriffen. Hierbei findet schon bei gewöhnlicher Temperatur eine intensive Einwirkung statt. Allerdings wird dieselbe auch hier durch Temperaturerhöhung erheblich beschleunigt.

Bei der Einwirkung von Diastase auf Stärkekleister wird der Kleister zunächst in eine dünnflüssige Lösung umgewandelt. Dieser Vorgang geht bei einer Temperatur von 70 ° C und Anwendung einer genügenden Diastasemenge fast momentan vor sich. Je niedriger die Temperatur, um so langsamer tritt die Lösung ein.

Die Umwandlungsprodukte der Stärke durch Diastase sind, wie bereits erwähnt, Dextrine, Isomaltose und Maltose. Das Endprodukt der Einwirkung ist Maltose. Eine Spaltung der Maltose in Dextrose findet durch Diastase nicht mehr statt. Dagegen vermag ein anderes im Mais, ungekeimten Getreide und auch im Malze vorkommendes Ferment, die Glykase jene Spaltung zu bewerkstelligen.

Die relative Menge der bei der Einwirkung von Diastase auf Stärke entstehenden Umwandlungsprodukte ist verschieden, je nach der Menge der angewendeten Diastase, der Zeitdauer und der Temperatur der Einwirkung. Eine nahezu völlige Umwandlung der Stärke in Maltose ist nur möglich bei Anwendung großer Diastasemengen und sehr langer Einwirkungsdauer bei günstigen Temperaturverhältnissen. In der Praxis kann man diese Bedingungen nicht beobachten. Abgesehen von der Gewinnung der Maltose, welche bisher im großen nur vereinzelt und mit geringem Erfolge ausgeübt wurde, hat man es auch garnicht nötig, diese völlige Umwandlung anzustreben. Als ohne besondere Schwierigkeit höchst erreichbare Maltosemenge ist eine solche von etwa 80 pCt. der angewendeten Stärke anzusehen.

Für die Einwirkung der Diastase auf Stärke gilt als Temperaturoptimum das Intervall von 55—63 ° C., d. h. es wird bei dieser Temperatur von einer bestimmten Diastasemenge in der kürzesten Zeit am meisten Maltose gebildet. Die Intensität der Diastasewirkung hat man durch quantitative Ermittelung der Kupferreduktion, welche die Umwandlungsprodukte der Stärke in Fehlingscher Lösung hervorrufen, bestimmt. Die Reduktion hat man dann auf Maltose oder Dextrose berechnet. Es zeigte sich nun, daß die Intensität der Diastasewirkung verhältnismäßig rasch abnimmt. Es ist bereits erwähnt worden, daß man ohne besondere Schwierigkeit nicht mehr als rund 80pCt. der angewendeten Stärke als Maltose erhält. Der Rest ist Dextrin. Eine starke Abnahme in der Intensität der Wirkung macht sich aber meist schon bedeutend früher geltend, nämlich sobald das Reduktionsver-

mögen der Umwandlungsprodukte etwa 66—68 pCt. (auf Maltose berechnet) erreicht hat. Diesen Punkt erreicht man bei Anwendung genügender Diastasemengen (20 pCt. lichten Darrmalzes vom Gewicht der angewendeten Stärke) meist schon in 10 bis 20 Minuten bei der Einwirkung auf verkleisterte Stärke. Die Ursache dieser Erscheinung ist darin zu suchen, daß das in jenem Stadium vorhandene Dextrin von der Diastase weit schwieriger umgewandelt wird, als die der Stärke näherstehenden Dextrine. Anfangs ist die Zuckerbildung fast proportional der angewendeten Diastasemenge. Kjeldahl, welchem wir die ersten eingehenden Versuche über diesen Gegenstand verdanken, fand, daß dieses so lange der Fall ist, bis das Reduktionsvermögen der Stärkeumwandlungsprodukte 25 bis 30 (auf Dextrose berechnet) erreicht ist. Diese Beziehungen, welche bei allen Untersuchungen über Diastase von großer Bedeutung sind, brachte Kjeldahl in dem sog. Gesetze der Proportionalität zum Ausdrucke. Dasselbe lautet: „Das Verhältnis zwischen dem Diastase-Gehalte (Fermentativvermögen) zweier Malzextraktlösungen kann durch das Reduktionsvermögen ausgedrückt werden, welches sie beide auf das nämliche Gewicht Stärke, bei derselben Temperatur und der nämlichen Zeitdauer ausüben, wenn das Reduktionsvermögen 25—30 nicht überschreitet“.

In Bezug auf die Temperaturverhältnisse ist noch zu erwähnen, daß mit steigender Temperatur von 63° an die Zuckerbildung immer mehr abnimmt, um bei 80° ganz aufzuhören. Bei Temperaturen unter 63° verlangsamt sich die Zuckerbildung immer mehr, doch wird selbst bei gewöhnlicher Temperatur mit der gleichen Diastasemenge das Maximum von 63° nicht nur erreicht, sondern noch wesentlich überschritten. Bei höheren Temperaturen wird eben das diastatische Ferment selbst derartig verändert, daß es an seiner Wirksamkeit einbüßt. Bei gewöhnlicher Temperatur tritt eine solche Veränderung nicht ein. Wenn nicht die steigende Verdünnung der Reaktion ein Ziel setzte, oder wenn man das Ferment aus der Lösung abscheiden könnte, würde man mit ein und derselben Diastasemenge unbegrenzte Mengen von Stärkemehl umwandeln können. Eine wässerige Lösung des Fermentes wird durch Erhitzen weit mehr abgeschwächt, als wenn Stärke zugegen ist, und das Ferment Gelegenheit hat, seine Thätigkeit zu entfalten. Von Einfluß auf die Diastasewirkung ist endlich noch die Reaktion der Lösung. Eine einigermaßen stark saure oder alkalische Reaktion hebt die Diastasewirkung auf. Ganz minimale Mengen von Mineralsäuren (Schwefelsäure, Salzsäure, Fluorwasserstoffsäure) schaden nichts, scheinen sogar eher eine günstige Wirkung zu üben. Freies Alkali ist dagegen unter allen Umständen schädlich.

Bei der Einwirkung von Diastase auf Stärke nimmt man wie beim Kochen derselben mit Säuren einen Wandel der Jodreaktion wahr, welcher einen Schluß auf die fortschreitende Verzuckerung gestattet. Kjeldahl fand in dieser Beziehung, daß einem gewissen Reduktionsvermögen eine gewisse Jodreaktion entspricht. So fand er, daß die ursprünglich blaue oder violette Färbung bei einer Reduktion unter 20 (auf Dextrose berechnet) in Rotbraun, bei einer solchen zwischen 20 und 30 in Braun überging, um bei dem Reduktionsmaximum von 44 nurmehr die Farbe der Jodlösung zu zeigen. Die Erscheinung hängt damit zusammen, daß die mit Jod eine Farbenreaktion gebenden, anfangs auftretenden komplizierten Dextrine in keine besondere Reaktion zeigende, einfachere (Achroo-) Dextrine zerfallen.

Beim Erhitzen lufttrockener Stärke für sich oder mit einer minimalen Menge von Säure (Salzsäure, Salpetersäure) auf 170—200 ° C entstehen Dextrine (s. S. 00).

Umwandlungsprodukte der Stärke.

Lösliche Stärke. Lösliche Stärke im eigentlichen Sinne giebt es wohl nicht. Was man als lösliche Stärke zu bezeichnen pflegt, ist jedenfalls bereits ein einfacherer Atomkomplex, als die Stärke ihn darstellt, und aus dieser durch Spaltung hervorgegangen. Lösliche Stärke entsteht durch die Einwirkung verdünnter Säuren (7,5 proz. Salzsäure) bei gewöhnlicher Temperatur auf Stärke (s. o.), beim Erhitzen von Stärke mit Wasser auf 125—150° C oder mit Glycerin auf 190° C. (Zulkovski.) Aus konzentrierten Lösungen (10prozentigen) scheidet sich die Stärke in Form einer salbenförmigen Masse ab, aus verdünnten Lösungen und bei starker Abkühlung in Sphärokrystallen. Durch Ausfällen mit Alkohol, Entwässern des Niederschlages mit Alkohol und Aether und Trocknen desselben im Vakuum erhält man die lösliche Stärke in Form eines sehr lockeren weißen Pulvers. In kaltem Wasser ist sie nur wenig löslich, leicht in heißem Wasser. Hat man lösliche Stärke, ohne sie vorher zu entwässern, direkt getrocknet, so ist sie auch in heißem Wasser nicht mehr vollständig löslich. Es scheinen mehrere Modifikationen der löslichen Stärke zu existieren. Mit Jod giebt sie eine blaue bis violette Reaktion. Das spezifische Drehungsvermögen ist annähernd $[\alpha]_D = 200$. Fehlingsche Lösung reduziert sie gar nicht oder nur in sehr geringem Grade.

Dextrine. Die Dextrine sind Spaltungsprodukte der Stärke von gleicher oder nahezu gleicher empirischer Zusammensetzung wie diese. Ihre Eigenschaften sind verschieden, je nachdem sie bezüglich ihrer Molekulargröße der Stärke oder der Maltose näher stehen. In kaltem Wasser sind die Dextrine leicht löslich, in Weingeist um so löslicher, je mehr sie sich der Maltose nähern. Beim Eintrocknen ihrer wässerigen Lösung bleiben sie als durchsichtige oder milchiggetrübte glasige Masse zurück. Letzteres ist bei dem der löslichen Stärke nahestehenden Dextrine der Fall. Die Dextrine reduzieren Fehlingsche Lösung, und drehen die Ebene des polarisierten Lichtes nach rechts. Mit Jodlösung geben sie eine violette, rote oder gar keine charakteristische Reaktion. Mit Jod sich rotfärbendes Dextrin hat man als Erythrodextrin, solches, das keine Farbenreaktion giebt, als Achroodextrin bezeichnet. Achroodextrin steht der Maltose näher, Erythrodextrin der löslichen Stärke. Es ist zur Zeit noch unbekannt, wie viele Dextrine es giebt. Wie bereits erwähnt, liegen Andeutungen vor, daß die Zahl derselben eine sehr große nicht ist. Ob die mittels Säure und die mit Diastase entstehenden Dextrine identisch sind, ist zur Zeit noch nicht mit Sicherheit erwiesen. Soxhlet nahm an, daß ein Unterschied bestehe, da er beobachtete, daß gewisse mit Säure entstehende Dextrine im Gegensatze zu den Malzdextrinen von Diastase nicht angegriffen werden. Nachdem wir nun aber durch A. Wohl wissen, daß beim Kochen der Stärke mit Säure durch die Einwirkung der letzteren auf Dextrose wieder Wasser abgespalten werde und dextrinähnliche sog. Reversionsprodukte entstehen, so ist es möglich, daß diese es sind, welche das von Soxhlet beobachtete Verhalten zeigen und nicht die eigentlichen als Spaltungsprodukte der Stärke auftretenden Dextrine. Brown und Morris beschreiben zwei Dextrine, welche sie in reinem Zustande dargestellt haben wollen. Dem einen, welches sie als Amylo-

dextrin bezeichnen, geben sie die Formel $(C_{12} H_{20} O_{10})_6 \cdot C_{12} H_{22} O_{11}$, dem anderen als Maltodextrin bezeichneten die Formel $C_{12} H_{22} O_{11} \cdot (C_{12} H_{20} O_{10})_2$. Ersteres kann durch Ausfrieren der Lösung in Sphärokrystallen erhalten werden; es giebt mit Jodlösung eine rotviolette Färbung. Seine spez. Drehung wird zu $[\alpha]_j = 206{,}1^0$ angegeben. Das Maltodextrin giebt keine charakteristische Jodreaktion, sein spez. Drehungsvermögen soll $[\alpha]_j = 193{,}6$ betragen. Die Existenz des Maltodextrines erscheint zur Zeit noch zweifelhaft.

Isomaltose $C_{12} H_{22} O_{11}$. Isomaltose ist zuerst synthetisch erhalten worden von Emil Fischer durch Einwirkung von konz. Salzsäure auf Dextrose (Ber. der deutschen chem. Ges. XXIII, 3687). Von Scheibler und Mittelmeier wurde sie nachgewiesen als Bestandteil des käuflichen Stärkezuckers (ebenda XXIV, 301). Vom Verfasser endlich ist sie als Bestandteil des Bieres und der Würze, sowie unter den Umwandlungsprodukten der Stärke durch Diastase aufgefunden worden (Zeitschrift f. d. ges. Brauwesen 1891, 283; 1892, 6,106, 145). Die Isomaltose entsteht stets bei einer unvollkommenen Einwirkung der Diastase auf Stärke. Läßt man Malzauszug bei 67—70° C auf Stärkekleister einwirken, und unterbricht man die Einwirkung, wenn die Flüssigkeit eine rotviolette bis rotbraune Reaktion mit Jod zeigt, so hat man in derselben neben Dextrin hauptsächlich Isomaltose. Letztere ist bis jetzt in krystallisiertem Zustande nicht erhalten worden. Durch Ausfällen mit Alkohol erhält man sie als amorphe, weiße, hygroskopische Masse. Sie schmeckt süß, ist im Wasser sehr leicht und verhältnismäßig nicht schwer in Alkohol löslich. Ihr spez. Drehungsvermögen ist in 10proz. Lösung $[\alpha]_D = 139$. Sie reduziert Fehlingsche Lösung weniger stark als Maltose. Mit Phenylhydrazin liefert sie Isomaltosazon $C_{24} H_{32} N_4 O_9$, gelbe Nädelchen, welche sich häufig erst auf Zusatz von Wasser aus dem Reaktionsgemische abscheiden. In Wasser sind sie leichter löslich als Maltosazon und ebenso in Alkohol. Bei 140° beginnt das Osazon zu sintern. Bei 150—152° schmilzt es. Beim Trocknen bei 100° C erleidet die Isomaltose bereits Zersetzung. Mit Hefe gärt sie, jedoch weit langsamer als Maltose und Dextrose.

Maltose $C_{12} H_{22} O_{11} + H_2 O$. Die Maltose krystallisiert in feinen weißen, warzig gruppierten Nädelchen oder losen dreieckigen Blättchen aus Wasser und Alkohol. Das Krystallwasser giebt sie nur sehr langsam ab. Ihr spez. Drehungsvermögen beträgt $[\alpha]_D = 137$ (Tollens). Unmittelbar nach der Auflösung ist die Drehung geringer als 24 Stunden später.

Mit Hefe gärt die Maltose leicht und vollständig.

Sie reduziert Fehlingsche Lösung ungefähr $^2/_3$ so stark wie Dextrose. Nach Soxhlet wird 1 cc Fehlingscher Lösung durch 7,78 mgr Maltose in 1prozentiger Lösung reduziert, und 100 Teile Maltoseanhydrit entsprechen gleich 113 Teilen reduzierten Kupfers. Essigsaures Kupferoxyd (Barfoedsches Reagens) wird von Maltose — im Gegensatz zur Dextrose — bei 40° C. nicht reduziert.

Mit Phenylhydrazin entsteht bei $1^1/_2$stündigem Erhitzen Phenylmaltosazon $C_{24} H_{32} N_4 O_9$, welches sich beim Erkalten in gelben Nädelchen vom Schmelzpunkte 190° C ausscheidet. Durch die Krystallisations- und Löslichkeitsverhältnisse kann das Maltosazon leicht von Dextrosazon und Isomaltosazon unterschieden werden. Beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure wird die Maltose in Dextrose übergeführt ($C_{12} H_{22} O_{11} + H_2 O = 2 C_6 H_{12} O_6$).

Mit Salpetersäure liefert Maltose Zuckersäure.

Dextrose $C_6H_{12}O_6$. Die Dextrose (Glykose, Traubenzucker, Stärkezucker ꝛc.) ist im Pflanzenreiche außerordentlich verbreitet. In größerer Menge findet sie sich in allen süßen Früchten, meist in Begleitung von Levulose, ferner reichlich im Honig. Mit zahlreichen, sehr verschiedenartigen Pflanzenstoffen bildet die Dextrose sogen. Glykoside, zum Teil wohl esterartige Verbindungen, welche unter der Einwirkung von Säuren oder Fermenten durch Aufnahme von Wasser in ihre Bestandteile zerfallen.

Aus konzentrierten wässerigen Lösungen, sowie aus Methyl- oder Aethylalkohol krystallisiert Dextrose-Anhydrit, je nachdem die Krystallisation schnell oder langsam erfolgt, in sehr feinen Nädelchen oder in gut ausgebildeten Prismen. Aus verdünnteren, wässerigen Lösungen krystallisiert in der Kälte Dextrosehydrat $C_6H_{12}O_6 + H_2O$ in warzigen oder blumenkohlartigen Masse, welche aus sechsseitigen Täfelchen bestehen. Das Anhydrit schmilzt bei 144—146° C., das Hydrat bei 80—86° C.

Einer Tabelle von Salomon über die Beziehungen der spez. Gewichte wässeriger Dextroselösungen zu deren Gehalt an Anhydrit entnehmen wir folgende Werte:

Spez. Gew. 17,5° C.	Gramm Dextrose in 100 cc	Spez. Gew. 17,5° C.	Gramm Dextrose in 100 cc
1,00375	1	1,1310	35
1,0192	5	1,1494	40
1,0381	10	1,1680	45
1,0571	15	1,1863	50
1,0762	20	1,2040	55
1,0946	25	1,2218	60
1,1130	30		

Dextrose zeigt die Eigenschaft der Multirotation. Frisch bereitete Lösungen drehen $[\alpha]_D = 105°$, nach siebenstündigem Stehen oder durch Aufkochen der Lösung nach wenigen Minuten wird die Drehung konstant und beträgt bei 5- bis 10proz. Lösung $[\alpha]_D = 52{,}6$ (Tollens).

Von Einfluß auf die spec. Drehung ist übrigens auch die Konzentration, mit welcher erstere wächst.

Nach Soxhlet wird 1 cc Fehlingsche Lösung durch 4,753 mgr Dextrose in 1prozentiger Lösung reduziert. Die Reduktion der Fehlingschen Lösung ist in hohem Grade abhängig von den Konzentrationsverhältnissen, weshalb die Anwendung eines konstanten Faktors (wie bei der Maltose) zur Umrechnung des reduzierten Kupfers auf Dextrose nicht möglich ist.

Barfoedsches Reagens wird durch Dextrose schon in der Kälte reduziert.

Mit essigsaurem Phenylhydrazin liefert Dextrose bei 204—205° schmelzendes Glycosazon $C_{18}H_{22}N_4O_4$ in schönen gelben Nadeln, welche sich meist schon während des Erhitzens der Lösungen auf dem Wasserbade ausscheiden und in heißem Wasser, sowie in Alkohol viel schwerer löslich sind als Maltosazon und Isomaltosazon.

Dextrose gärt leicht mit Hefe.

Mit Salpetersäure liefert sie Zuckersäure.

Rohmaterialien der Stärkefabrikation.

Als Rohmaterialien der Stärkefabrikation kommen hauptsächlich Kartoffeln, Weizen, Mais und Reis in Betracht. Als landwirtschaftliches Gewerbe besitzt insbesonders die Kartoffelstärkefabrikation Bedeutung, welche denn auch im folgenden ausführlicher zu behandeln ist.

Die Kartoffel (solanum tuberosum) wird in zahlreichen Spielarten angebaut, welche sich durch Form und Größe der Knollen, durch Farbe und Beschaffenheit der Schale und des Fleisches, durch die Beschaffenheit der Keimaugen, ferner durch die Vegetationsdauer, die Ertragsfähigkeit, die Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten, durch die Haltbarkeit bei der Aufbewahrung, durch den Stärkemehlgehalt u. s. w. unterscheiden.

Die Kartoffel gedeiht auf jedem Boden, bevorzugt jedoch im allgemeinen die leichteren Bodenarten mit durchlässigem Untergrunde, gegenüber den schweren und feuchten Böden.

In Bezug auf die Vegetationsdauer, welche 70—180 Tage in Anspruch nimmt, unterscheidet man Früh- und Spätkartoffel mit mittelfrüh und mittelspät reifenden Sorten.

Die Fortpflanzung geschieht im landwirtschaftlichen Betriebe allgemein durch Knollen. Dieses allerdings sehr bequeme und billige Verfahren ist jedoch nicht naturgemäß und führt allmählich zu einer Entartung und Entkräftung der Pflanzen, sodaß sich eine Kartoffelsorte selten länger als zwanzig Jahre als anbauwürdig erweist. Es muß daher durch Neuzüchtungen aus Samen unablässig für Ersatz der ablebenden Sorten gesorgt werden. Eine Aufgabe, welcher sich mehrere deutsche Kartoffelzüchter seit Jahren erfolgreich unterziehen, indem mindestens gleich gute, meist aber bessere Ersatzsorten durch ihre Bemühungen erzielt werden. Eine nutzbringende Thätigkeit fällt in dieser Hinsicht der 1888 in Berlin gegründeten deutschen Kartoffelkulturstation zu, welche sich unter anderem mit der Prüfung der verschiedenen Kartoffelvarietäten auf ihren Anbauwert befaßt. Zu diesem Zwecke werden einerseits in hinsichtlich der klimatischen und Bodenverhältnisse möglichst verschiedenen Gegenden Deutschlands Feldversuche ausgeführt, andererseits ist ein kleineres Versuchsfeld in Berlin zur Vorprüfung neuer Sorten eingerichtet worden. Diese vielseitigen Versuche sind um so wertvoller, als es eine für alle Verhältnisse passende beste Kartoffelsorte nicht giebt. Letztere muß vielmehr für jede einzelne Wirtschaft und für jeden bestimmten Zweck erst ausfindig gemacht werden. G. Schultze-Samenthin empfiehlt daher jedem Landwirte, neben dem Studium der Berichte der Kartoffelkulturstation die Einrichtung eines eigenen kleinen Versuchsfeldes.

Der Ertrag der Kartoffel schwankt innerhalb sehr weiter Grenzen. Es ist das auch begreiflich, wenn man bedenkt, daß schon teilweise erschöpfte Sorten bei ungünstigen Witterungs- und wenig zusagenden Bodenverhältnissen naturgemäß sehr niedrige Erträge geben müssen, während umgekehrt in voller Kraft stehende und verbesserte Neuzüchtungen bei weitem höhere Erträge liefern werden.

So ergab z. B. die „Seed“-Kartoffel bei den Kulturversuchen 1890 (mit Stickstoffdüngung) einen durchschnittlichen Minimalertrag von 10 110 kg an Knollen und 1567 kg Stärke, Paulsen's „Blaue Riesen“ dagegen einen durchschnittlichen Minimalertrag von 45 330 kg Knollen und 8158 kg Stärke pro Hektar.

Als mittlerer Knollenertrag dürfte 20—22 000 kg pro Hektar anzusehen sein.

Die durchschnittliche Zusammensetzung der Kartoffel ergiebt sich aus folgenden Zahlen:

Wasser	76,0 %
Stickstoffsubstanz (N × 6,25)	2,1 „
Fett	0,2 „
Stärke	18,7 „
Sonstige stickstofffreie Extraktstoffe	1,0 „
Rohfaser	0,8 „
Asche	1,2 „

Das Stärkemehl, der wichtigste Bestandteil der Kartoffel, ist in den Zellen derselben in Form mikroskopischer Körnchen abgelagert und vom Zellsafte umgeben. Die unter der Korkschale liegenden Zellen des Peridermis enthalten jedoch noch keine Stärke; auch das Rindenparenchym ist noch arm daran, erst die Zellen des Markparenchyms sind dicht mit Stärkekörnchen erfüllt, so daß in den äußeren Partien der Kartoffel weniger Stärke sich vorfindet, während sich dieselbe gegen die Mitte zu anhäuft.

Der Stärkegehalt der Kartoffel kann, wie Märcker nachgewiesen, 28—29 pCt. erreichen, während er unter ungünstigen Verhältnissen bis auf 13—14 pCt. sinkt. Einen Stärkegehalt von mehr als 20 pCt. wird immerhin als ein hoher zu bezeichnen sein. Im allgemeinen schließt ein hoher Ertrag einen hohen Stärkegehalt der Kartoffel aus. Indessen zeigen doch die neuen Züchtungen, daß sich auch jene Eigenschaften bis zu einem gewissen Grade vereinigen lassen, indem es gelungen ist, Kartoffeln mit sehr hohen Erträgen und gleichwohl noch befriedigendem Stärkegehalt zu erzielen.

Als Beispiel hierfür mag die bereits erwähnte „Blaue Riesen“ von Paulsen angeführt werden, ferner Richters „Imperator“ und Richters „Schneerose“.

Für die Stärkefabrikation kommt nicht nur die Menge, sondern auch die Größe der Stärkekörnchen in Betracht, insofern Kartoffeln mit großen Stärkekörnchen mehr Ausbeute an Primastärke und weniger Verlust ergeben. Die Stärkekörner der Primaware haben nach Saare einen mittleren Durchmesser von 33—21 μ,*) Sekundakörner einen solchen von 21—12,5 μ, Körner mit weniger als 12,5 μ sollen zu Verlust gehen.

Die stickstoffhaltigen Bestandteile der Kartoffel bestehen nur etwa bis zur Hälfte aus Proteïnstoffen, die andere Hälfte besteht aus sog. Amiden, krystallisierbaren Spaltungsprodukten der Eiweißkörper, wie Asparagin, Leucin, Tyrosin ꝛc. Ferner findet sich in den Kartoffeln ein stickstoffhaltiges Glykosid des Solanin $C_{26}H_{41}NO_{2}$, welches giftige Eigenschaften besitzt. In reifen Kartoffeln ist der Solaningehalt äußerst gering, beim Keimen nimmt er etwas zu, und zwar sammelt sich das Solanin hauptsächlich in den Trieben, welche man bei der Zubereitung von Eßkartoffeln zweckmäßig ausschneidet.

Als stickstofffreie organische Stoffe sind neben dem Stärkmehl vorhanden kleine Mengen von Zucker, gummiartige Stoffe und Pflanzensäuren: Oxalsäure, Zitronensäure ꝛc.

---

*) 1 μ (Mikromillimeter) = 0,001 mm.

Das Mark (die Pülpe) der Kartoffel besteht aus Cellulose, inkrustierenden Substanzen und Pektinstoffen. Letztere machen ungefähr die Hälfte des Markes aus. Sie werden von Wasser bei 120—130° C gelöst.

Die Mineralstoffe der Kartoffel bestehen ungefähr zu $^2/_3$ aus phosphorsaurem Kali, zu einem Drittel aus Natron, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd-Schwefelsäure, Kieselsäure und Chlor.

Das spezifische Gewicht der Kartoffel schwankt zwischen 1,08—1,15. Dasselbe wird hauptsächlich durch die Stärke, welche den überwiegenden Bestandteil der Trockensubstanz ausmacht, beeinflußt; stärkereiche Kartoffeln besitzen ein höheres spez. Gewicht als stärkearme. Man bedient sich der Bestimmung des spez. Gewichts zur Ermittlung des Stärkegehaltes der Kartoffel.

Bei ihrem hohen Wassergehalte besitzen die Kartoffeln eine beschränkte Haltbarkeit, weshalb man danach trachtet, mit der Verarbeitung des vorhandenen Materials bis zum Eintritt der warmen Jahreszeit fertig zu sein. Die Aufbewahrung geschieht in Mieten oder Kellern, in welchen die Kartoffeln bei trockener und luftiger Lagerung gegen den Einfluß einer zu hohen oder zu niedrigen Außentemperatur geschützt sein müssen. Die Aufbewahrung in Mieten ist bei weitem vorzuziehen, da die Temperatur in denselben nicht so hoch steigt, wie in den Kellern.

Bei der Aufbewahrung erfahren die Kartoffeln zunächst eine scheinbare Zunahme an Stärke, welche von einer Verminderung des Wassergehaltes herrührt. In Wirklichkeit findet vielmehr durch die Respiration der ruhenden Zelle ein Verlust an Stärke statt, welcher jedoch während des Winters geringfügig ist, und erst im Frühjahre, wenn die Kartoffel anfängt zu keimen, fühlbar wird.

Der Verlust an Stärke vollzieht sich in der Weise, daß dieselbe zuerst durch diastatische Fermente in Zucker übergeführt, und dieser dann zu Kohlensäure veratmet wird. Bei langsamem Gefrieren der Kartoffel erleidet der letztere Vorgang eine Verzögerung, während der erstere fortdauert, wodurch eine Anhäufung von Zucker stattfindet, und die Kartoffel einen süßen Geschmack annimmt. (Müller—Thurgau.)

Beim Faulen der Kartoffel wird hauptsächlich das Zellgewebe und der Fruchtsaft verändert, während die Stärke verhältnismäßig wenig angegriffen wird. Man unterscheidet „Naßfäule" und „Trockenfäule". Die Naßfäule tritt besonders bei Kartoffeln ein, welche von dem parasitischen Pilze der spezifischen Kartoffelkrankheit von Phytophtora infestans befallen sind, und wird durch verschiedene Bakterienformen verursacht. Die Naßfäule schreitet bei der Lagerung weiter, und geht bei trockener Aufbewahrung der Kartoffel zuweilen in Trockenfäule über, bei welcher die Kartoffeln einschrumpfen und hart werden. Die Verarbeitung fauler Kartoffeln hat im Betriebe mancherlei Unzuträglichkeiten im Gefolge.

Der Weizen (triticum). Man unterscheidet vorwiegend vier Spezies von Weizen: 1. triticum vulgare (gemeiner Weizen), 2. t. turgidum L. (englischer Weizen), 3. t. durum L. (Glas- oder Bartweizen), 4. t. polonicum L. (polnischer Weizen); hierzu kommen noch ferner: t. spelta L. (Spelz- oder Dinkelweizen), t. dicoccum (Emmer oder Gerstendinkel) und t. monococcum (Einkorn).

Jede dieser Spezies wird in zahlreichen Spielarten angebaut. Die Stärke ist in den Zellen des Mehlkörpers, welcher die Hauptmasse des Korns ausmacht, abgelagert und mit plasmatischer Substanz mehr oder weniger verkittet.

Je nach der Beschaffenheit des Mehlkörpers unterscheidet man:

1. Weich- oder Weiß-Weizen mit weichem mehligem Korne. Derselbe enthält viel Stärke und wenig Kleber, und ist für die Stärkefabrikation ein sehr geeignetes Material.

2. Den harten oder glasigen Weizen mit dichtem, hornartig durchscheinendem Korne. Dieser ist verhältnismäßig reich an Kleber und arm an Stärke, und ist für die Stärkefabrikation nicht zu verwenden.

3. Den halbharten Weizen. Derselbe steht in der Mitte zwischen beiden und stellt insbesondere für die Verfahren zur Gewinnung der Stärke ohne Gärung, bei welchen süßer Kleber als Nebenprodukt erhalten wird, ein wertvolles Material dar.

Die mittlere Zusammensetzung des Weizens ergiebt sich aus folgenden Zahlen:

Wasser	13,5	pCt.
Stickstoffsubstanz	12,5	"
Fett	2,0	"
Stärke	64,0	"
Andere stickstofffreie Extraktstoffe .	3,8	"
Rohfaser	2,5	"
Asche	1,7	"

Der Stärkegehalt kann über 70 pCt. steigen und andrerseits auf 56 pCt. heruntergehen.

Die stickstoffhaltigen Substanzen bestehen nach Ritthausen aus folgenden Proteïnstoffen: aus Albumin, Gluten-Caseïn, Glutenfibrin, Gliadin und Mucedin. Die letzteren drei sind in überwiegender Menge vorhanden und bilden den Kleber. Wenn man aus Weizenmehl mit Wasser einen Teig formt, und diesen unter fließendem Wasser auswäscht, so bleibt der Kleber als gelblich graue, zähe, elastische Masse zurück, welche sich beim Trocknen braun färbt und hornartig wird. In kaltem Wasser ist der Kleber kaum löslich, dagegen löst er sich in sehr verdünnten Säuren und Alkalien.

Die sonstigen stickstofffreien Extraktstoffe bestehen aus Zucker (Rohrzucker) und Gummisubstanzen.

Die Asche enthält nach E. Wolf 23—41 pCt. Kali, 39—54 pCt. Phosphorsäure und 0,9—8 pCt. Kalk; außerdem sind vorhanden: Natron, Magnesia, Eisenoxyd, Schwefelsäure, Kieselsäure und Chlor.

Der Mais. Der Mais (Zea Mais) (türkischer Weizen, Welschkorn ꝛc.) kommt in vielen Varietäten vor. Von diesen sind vorzugsweise zu unterscheiden: Der große gelbe amerikanische, der Pferdezahnmais und der kleine gelbe italienische Mais (Cinquantino).

Die mittlere Zusammensetzung des Mais kann wie folgt angegeben werden:

Wasser	13,0	pCt.
Stickstoffsubstanz	9,8	"
Fett	4,6	"
Stärke	63,0	"
Sonstige stickstofffreie Extraktstoffe	5,7	"
Rohfaser	2,4	"
Asche	1,5	"

Der Stärkegehalt kann zwischen 56 und 70 pCt. schwanken.

Die Stickstoffsubstanz besteht vorwiegend aus Pflanzenfibrin, welches von dem bereits erwähnten Glutenfibrin etwas verschieden ist und den äußeren Schichten des Kornes die hornartige Beschaffenheit verleiht. Die sonstigen stickstofffreien Extraktstoffe bestehen durchschnittlich aus 2,2 pCt. Zucker (Rohrzucker) und 3,5 pCt. Gummikörper.

Die Gesammtasche enthält neben den übrigen gewöhnlichen Bestandteilen 24—38 pCt. Kali, 0,6—4 pCt. Kalk und 38—54 pCt. Phosphorsäure.

Das Maiskorn besitzt einen verhältnismäßig großen Keimling, welcher reich an Fett und Proteïnstoffen ist. Bei der Verarbeitung von Mais auf Stärke und für andere Zwecke wird der Keimling häufig entfernt.

Der Reis (Oryza sativa). Das Reiskorn ist von einer Spelze (Schale) umgeben, welche mit dem Korn indessen nicht fest verwachsen ist. Auf die Schale folgt dann noch, wie bei anderen Getreidearten, die sog. Silberhaut. Für die Fabrikation von Kochreis müssen beide Umhüllungen entfernt werden. Die Spelze oder Schale bildet eine holzige, spröde Masse, welche keinen besonderen Wert besitzt. Die Silberhaut dagegen ist reich an Fett und Proteïnstoffen, und wird in Form von sog. Reisfuttermehl als Futtermittel für die Tiere sehr geschätzt. Der bei der Gewinnung von Kochreis abfallende Bruchreis — bestehend aus kleinen geschälten und zerschlagenen Körnern — dient als Rohmaterial der Stärkefabrikation.

Die mittlere Zusammensetzung von ungeschältem und geschältem Reis wird von König folgendermaßen angegeben:

	Reiskorn ungeschält	geschält
Wasser	9,55 pCt.	13,11 pCt.
Stickstoffsubstanz	5,87 „	7,85 „
Fett	1,84 „	0,63 „
Stickstofffreie Extraktstoffe insgesamt	75,85 „	76,75 „
Rohfaser	5,80 „	0,63 „
Asche	1,09 „	1,01 „

Wasser für Stärkefabriken. Von großer Bedeutung für die Stärkefabrikation ist das Vorhandensein einer ausreichenden Menge brauchbaren Wassers. Nach Saare sind an Wasser für Stärkefabriken folgende Anforderungen zu stellen:

1) Das Wasser soll frei sein von darin schwebenden Stoffen, wie organischen Ausscheidungen und Pflanzenresten (Schlammflocken), Eisenhydrat und Algen oder höheren Pilzen. Alle diese Stoffe oder Organismen können mit der Stärke durch die Siebe gehen und auch in den Schleudern zum Teil in der Stärke verbleiben und treten dann in trockenem Zustande in der fertigen Stärke als sogen. Stippen auf, welche je nach der Menge, in der sie vorhanden sind, die Qualität der Stärke herabdrücken können. 2) Das Wasser muß frei sein von Gärungserregern, hefenartigen oder Spaltpilzen. Erstere verhindern das Absitzen der Stärke und tragen zum Entstehen der sogenannten fließenden Stärke bei, die anderen bilden in der Stärke organische Säuren (Milchsäure, Buttersäure), welche durch das sorgfältigste Waschen nicht wieder ganz zu entfernen sind, und welche in Primaware nicht vorhanden sein dürfen; oder sie geben außerdem der Stärke noch einen schlechten Geruch nach Buttersäure oder einen dumpfigen, fauligen Geruch. Je tiefer in die

warme Jahreszeit hinein die Fabrikation dauert, um so gefährlicher ist das Vorhandensein der Pilze. 3) Das Wasser darf kein Ammoniak und keine salpetrige Säure enthalten, da die Anwesenheit dieser Stoffe, ebenso wie eine zu erhebliche Menge von leicht zersetzlicher organischer Substanz (die im Liter mehr als 10 mgr übermangansaures Kalium zur Oxydation verbraucht) auf Gegenwart faulender organischer Massen und Fäulnis erregender Bakterien schließen läßt. Besonders wichtig ist es aber noch, daß das Wasser frei von Eisenverbindungen ist, da diese die Stärke gelblich färben.

Die Gewinnung der Stärke aus Kartoffeln

umfaßt folgende Operationen:

1. das Waschen der Kartoffeln,
2. das Zerreiben derselben,
3. die Ausbringung der Stärke aus dem Reibsel,
4. Die Gewinnung der Stärke aus der Stärkemilch und das Reinigen der Stärke,
5. das Entwässern und Trocknen derselben.

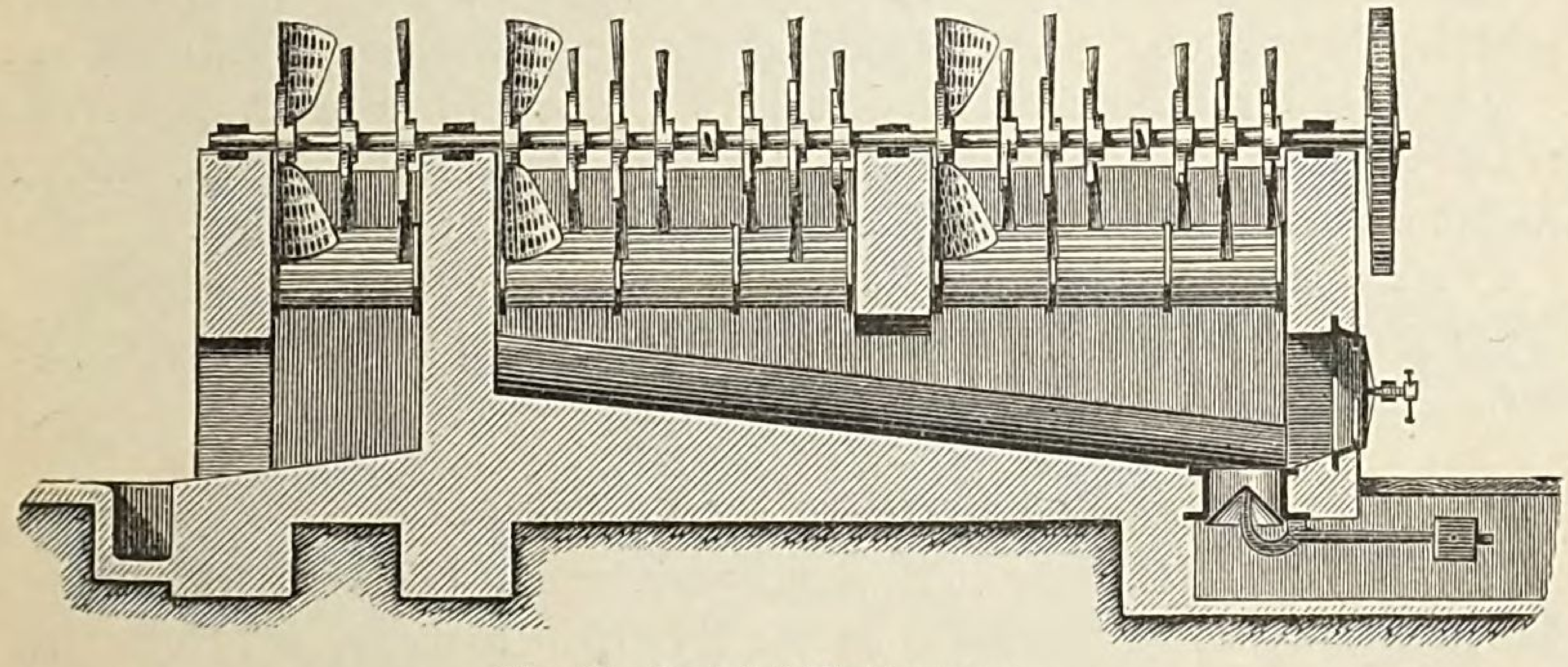


Fig. 83. Kartoffel=Waschapparat.

Das Waschen der Kartoffeln.

Eine sorgfältige Reinigung der Kartoffeln ist für die Verarbeitung derselben auf Stärke von großer Bedeutung. Es bezieht sich dieselbe auf die Entfernung der vorhandenen Steinchen, welche die Reibevorrichtungen beschädigen könnten und des anhaftenden erdigen und sandigen Schmutzes, welcher bei den folgenden Operationen in das Stärkemehl gelangen würde, und dann aus demselben nicht mehr vollständig zu beseitigen wäre.

Zum Waschen dienen mechanische Vorrichtungen, durch welche die Kartoffeln einem Strome reinen Wassers entgegengeführt werden.

Kartoffeln aus lehmreichem Boden werden zweckmäßig, ehe sie dem Waschapparate übergeben werden, 5—6 Stunden in lauwarmem Wasser eingeweicht.

Der **Waschapparat** besteht meist aus einem länglich=viereckigen gemauerten oder schmiedeeisernen Wasserkasten, in welchem ein eiserner Rost angebracht ist, auf welchem die Kartoffel durch eine mit Wascharmen versehene Welle fortbewegt werden.

Die in Fig. 83 abgebildete Kartoffelwäsche mit gemauertem Kasten besitzt drei Abteilungen, von denen zwei mit Wasser gefüllt sind, während die dritte zum Abspritzen der Kartoffeln mit reinem Wasser dient. Auf einer Welle sind schraubenförmig gestellte Doppelarme aus Flacheisen, sowie zum Transport der Kartoffeln aus einer Abteilung in die andere und schließlich zur Entfernung derselben aus dem Apparate aus gelochtem Blech gefertigte Auswurflöffel angebracht. Der Rost besteht aus parallel der Achse liegenden Rundeisenstäben, welche in Flacheisenträgern befestigt sind. Die letzteren ragen nach innen etwas vor, um die Steine zurückzuhalten. Die Kartoffeln gelangen zuerst in die Abteilung rechts und werden aus der kleinen Abteilung (links) ausgeworfen. Das Wasser macht den entgegengesetzten Weg.

Durch ein großes Ventil kann das Wasser mit dem größten Teil des Schmutzes abgelassen werden. Die Reinigung des Kastens geschieht durch die Reinigungsluke.

Der erste Rost rechts hat in der Regel eine Länge von 1,5—2 m, der zweite von 1,2 m, der dritte von 0,5 m bei einer Breite von 0,84 m. Bei Kartoffeln aus schwerem Boden werden die einzelnen Roste länger und breiter genommen.

Saare empfiehlt der Kartoffelwäsche eine Länge von nicht weniger als 4 Meter zu geben.

Für kleinere Fabriken (10—12 Wispel) hat sich die Eurekawäsche bewährt. Dieselbe besteht aus zwei gegeneinander sich drehenden stärkeren Bürstenwalzen.

Die Lage der Wäsche im Erdgeschosse der Fabrik ist in der Nähe der Abladestelle und derart gewählt, daß einerseits das Schmutzwasser ohne Schwierigkeit ablaufen kann, andrerseits die Kartoffeln nach der Reibe hin Fall haben.

Die der Reibe zuzuführende Kartoffelmenge ist genau zu regulieren.

In großen Fabriken hat man automatische Waagen in Gebrauch, welche die gewogene Zentnerzahl selbstständig registrieren.

Das Zerreiben der Kartoffeln.

Das Stärkemehl ist in den Kartoffeln in den Zellen eingeschlossen, vom Fruchtsafte umgeben. Zur Abscheidung der Stärke ist es nötig, möglichst viele der Zellen zu öffnen. Zu dem Behufe werden die Kartoffeln durch Zerreiben in einen feinen Brei verwandelt. Je mehr Zellen dabei zerrissen werden, um so besser stellt sich nachher die Ausbeute an Stärke.

An Vorrichtungen, welche zum Zerkleinern der Kartoffeln dienen, sind zu erwähnen:

die Fesca'sche Reibe,
die Raspelhiebreibe,
die Sägeblattreibe und
die Flügelreibe (Champonnois).

Die **Fesca'sche Reibe** besteht aus einer Walze, welche mit Reibeisenflächen bedeckt ist. Durch einen Stößer werden die Kartoffeln gegen die in raschem Umlaufe befindliche Reibfläche gedrückt und dadurch zu einem feinen Brei zerrieben, welcher durch zufließendes Wasser fortgeführt wird.

Die **Raspelhiebreibe** stellt eine hölzerne Trommel dar, auf welcher als Reibebelag eiserne Schienen befestigt sind. Letztere erhalten einen Aufhau, welcher schräg gegen die Richtung der Achse um den Mantel verläuft.

Man wendet hierbei verschiedene Arten des Aufhauens an:

einreihig	zweireihig mit Zwischenräumen	oder dreireihig
— — — — — —	— — — — — —	— — — — — —
— — — — — —	— — — — —	— — — — — —
		— — — — — —
	— — — — — —	
	— — — — —	— — — — — —
		— — — — — —
		— — — — — —

Die Zwischenräume werden aufgehauen, wenn die ersten Zahnreihen stumpf geworden sind. Je enger und regelmäßiger die Zähne stehen, um so feiner und kurzfasriger wird das Reibsel.

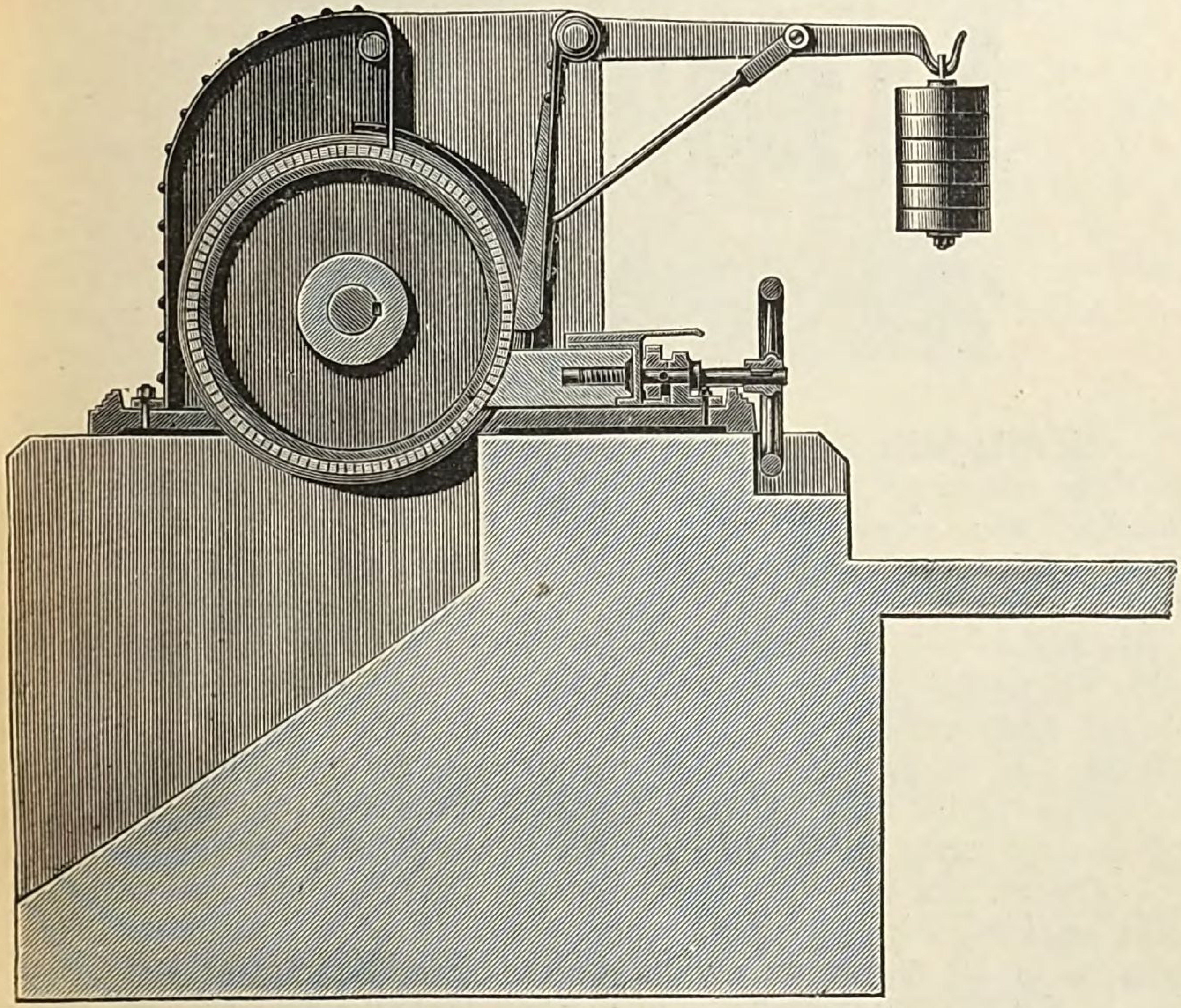


Fig. 84. Sägeblattreibe.

Die **Sägeblattreibe** besteht ebenfalls aus einer Trommel, in deren Mantel parallel zur Axe Sägeblätter in Zwischenräumen von 10—12 mm eingesetzt sind. Die Zwischenstücke sind aus Holz oder Eisen. In Fig. 84 ist eine derartige Reibe, wie sie von W. Angele-Berlin angefertigt wird, abgebildet. In die sauber gearbeitete, gußeiserne Trommel sind zur Aufnahme der Sägeblätter und der dazu nötigen gefraisten Zwischenstücke Nuten eingedreht. Nachdem die Stahlsägen nach der einen Richtung abgelaufen und stumpf geworden sind, kann die Trommel umgedreht werden, so daß die Sägeblätter nun von der andern Seite arbeiten. Die Reibe arbeitet ohne Stößer lediglich unter der Einwirkung einer einfachen

Hebelvorrichtung. Durch einen beständigen Wasserstrahl wird das Reibsel fortgespült und die Trommel rein erhalten. Die Reibe wird in drei Größen angefertigt mit einer Leistungsfähigkeit von 3000, 2000 und 1000 Kilo Kartoffeln pro Stunde.

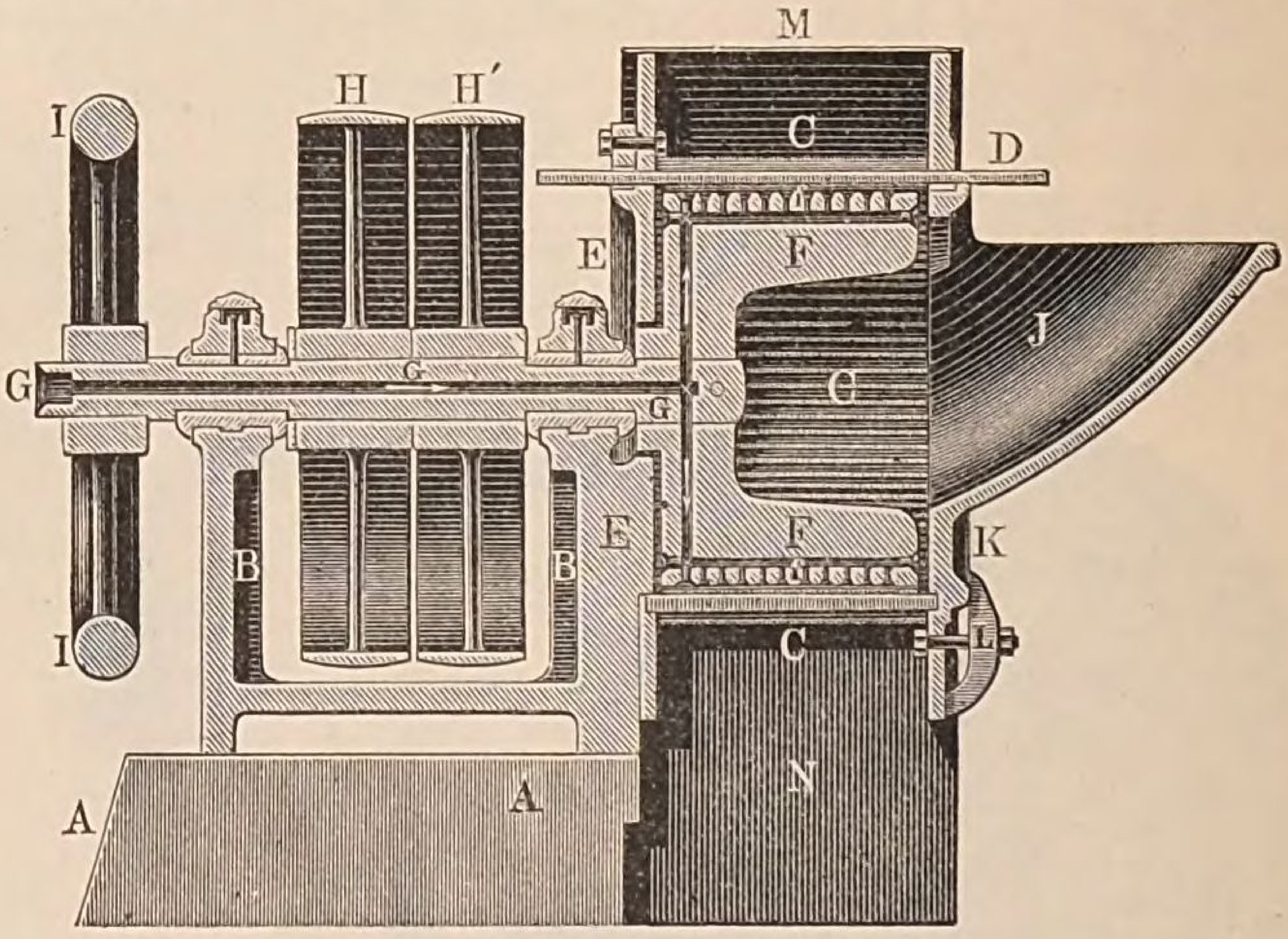


Fig. 85. Flügelreibe.

Die **Flügelreibe** (Fig. 85) (System Champonnois) unterscheidet sich von den bisher besprochenen wesentlich dadurch, daß die Reibfläche feststeht, während die Kartoffeln gegen dieselbe geschleudert werden. Sie besteht aus einer feststehenden Trommel C, in deren Mantel Sägeblätter mit den Zähnen nach innen angebracht sind. An der offenen Seite befindet sich der Trichter J zum Einfüllen der Kartoffeln. Letztere werden von den auf der hohlen Triebwelle G befestigten rotierenden Flügeln F ergriffen und gegen die Reibfläche geschleudert. Durch die hohle Triebwelle und zwei rechtwinklige Durchbohrungen der Flügel wird Wasser einem System von kleinen Röhrchen f an der Außenseite der Flügel zugeführt, so daß beständig die Reibfläche mit Wasser bespritzt wird. Zwischen den Sägeblättern befinden sich keilförmige Schlitze, durch welche das Reibsel nach außen in den Abfall gelangt. —

Von den eben erwähnten Systemen ist als bestes das der Sägeblattreibe anzusehen, wie dieses insbesondere von Saare durch vergleichende Untersuchungen in der Praxis nachgewiesen wurde. Die Flügelreibe — eigentlich auch eine Art Sägeblattreibe — ist gleichfalls von guter Wirkung, doch beansprucht, sie viel mehr Kraft als die Sägeblattreibe.

Die Raspelhiebreibe bleibt hinter beiden in ihrer Leistungsfähigkeit weit zurück und ist überhaupt nicht im stande, das zu leisten, was man von einer guten Reibe verlangen kann.

Für die gute Wirkung der Sägeblattreibe ist es natürlich erforderlich, daß dieselbe auch eine sachgemäße Behandlung erfährt. Da hierin, wie es scheint, in kleineren Fabriken vielfach gefehlt wird, so mögen hier einige Bemerkungen Platz finden, welche wir einer höchst beachtenswerten Mitteilung Saares*) entnehmen:

*) Zeitschrift für Spiritusindustrie 1891 S. 229 u. f. Fehler und Verbesserungen in der Stärkefabrikation.

Damit eine gut konstruierte Sägeblattreibe richtig funktioniere, ist es erforderlich, daß die Sägeblätter alle gleich hoch aus den Einlagen hervorragen, denn ein einzelnes vorstehendes Sägeblatt schlägt den Reibklotz mehr ab als die andern, so daß letztere nicht mehr an denselben heranreichen und grobes Reibsel durchgehen kann. Die Sägeblätter insgesamt dürfen nur mit den Zähnen und zwar im allgemeinen nicht über 1 mm weit hervortreten. Die Trommel muß von Zeit zu Zeit umgedreht und rechtzeitig mit neuen Sägeblättern belegt werden.

Die größte Sorgfalt ist dem Reibklotz zu schenken, welcher die richtige Höhe (8—10 cm) und Form besitzen muß, aus festem kurzfaserigem Holz hergestellt (Eichenholz oder Birkenholz) und mit einer soliden Führung und Anziehung durch Schrauben versehen sein soll. Die obere Fläche des Klotzes muß verlängert gedacht, durch die Axe der Reibtrommel gehen, nicht über oder unter derselben durch.

Je größer der Durchmesser der Trommel ist, um so feiner wird das Reibsel. Reiben für kleinere und mittlere Fabriken haben einen Durchmesser von 400—500 mm.

Die Menge der zu verarbeitenden Kartoffeln ist abhängig von dem Durchmesser der Trommel und natürlich auch von der Breite der Reibfläche. Man kann nach Saare auf 1 cm Breite (Länge des Sägeblattes) etwa 1 Ztr. Kartoffeln pro Stunde rechnen (bei einer 400 mm Reibe), so daß bei einer Länge der Sägeblätter von 25 cm in der Stunde 25 Ztr. gerieben werden können.

Wenn bei der einfachen Reibe die Trommellager abgenutzt sind, oder ein Reibeblatt etwas vorsteht, oder sonst die Behandlung der Reibe eine nicht vollkommen sachgemäße ist, so gehen beim Reibeklotz neben feinem Reibsel mehr oder weniger große Kartoffelstücke (Schwarten) hindurch, was natürlich eine Verminderung der Ausbeute an Stärkemehl zur Folge hat.

Um diesem Uebelstande zu begegnen, hat man Reiben konstruiert, bei welcher gleich hinter dem Klotze eine Nachzerkleinerung erfolgt (Martens Reibe, Frankfurt a. O.) oder man verhindert die Schwartenbildung durch ein gelochtes Blech, welches die Reibseltrommel gegen die Reibselgrube hin abschließt, und nur feines Reibsel hindurchläßt, während gröbere Stücke noch einmal auf die Reibe müssen.

Eine derartige Einrichtung findet sich an der **Compoundreibe** von H. Schmidt in Küstrin.

Dieselbe stellt eine sinnreiche Verbindung der rotierenden Trommelaußenreibe mit der Champonnois'schen Innenreibe zu einer Maschine mit einer Trommelwelle dar.

Die Außenreibe wird gebildet durch die Trommel, den Reibeklotz und den Schüttkasten, die Innenreibe durch die Trommel und den durchbrochenen Reibemantel. Derselbe wird entweder aus Sägeblättern oder aus Reibeblech gebildet, wie solches bei der Fescaschen Reibe angewendet wird. In diesem Falle sind ein Teil der Löcher, um dem Reibsel den Austritt zu gestatten, nach außen gehauen, im andern Falle sind Austrittschlitze vorhanden, welche nach außen hin sich erweitern, damit sie sich nicht verstopfen.

Die zu reibenden Kartoffeln werden in den Schüttkasten geworfen und zunächst, wie bei der einfachen Reibe, durch die Trommel am Reibeklotz zerrieben. Das Reibsel gelangt nun aber, nachdem es den Reibeklotz verlassen, auf die Innenreibe, wobei die gröberen Fasern noch zerrissen werden und nur das feine Reibsel durch die Spalten des Reibmantels nach außen treten kann. Etwa noch vorhandene

Schwarten werden noch einmal in den Schüttkasten mitgenommen, um von neuem den Reibeklotz zu passieren, und mit den einfallenden Kartoffeln zerrieben zu werden.

Die Compoundreibe reibt in der Stunde pro Zentimeter Schnittbreite 1 Zentner = 50 Kilogramm Kartoffeln zu feinem Brei, bei 1000 Umdrehungen in der Minute und einem Trommeldurchmesser von 400 mm. Die Schnittbreite beträgt 250 mm, so daß also 25 Zentner in der Stunde verrieben werden. Ein größerer Trommeldurchmesser oder erhöhte Umfanggeschwindigkeit vermehren nicht die Leistungsfähigkeit. Sind größere Mengen von Kartoffeln zu verarbeiten, so müssen mehrere Reiben aufgestellt werden.

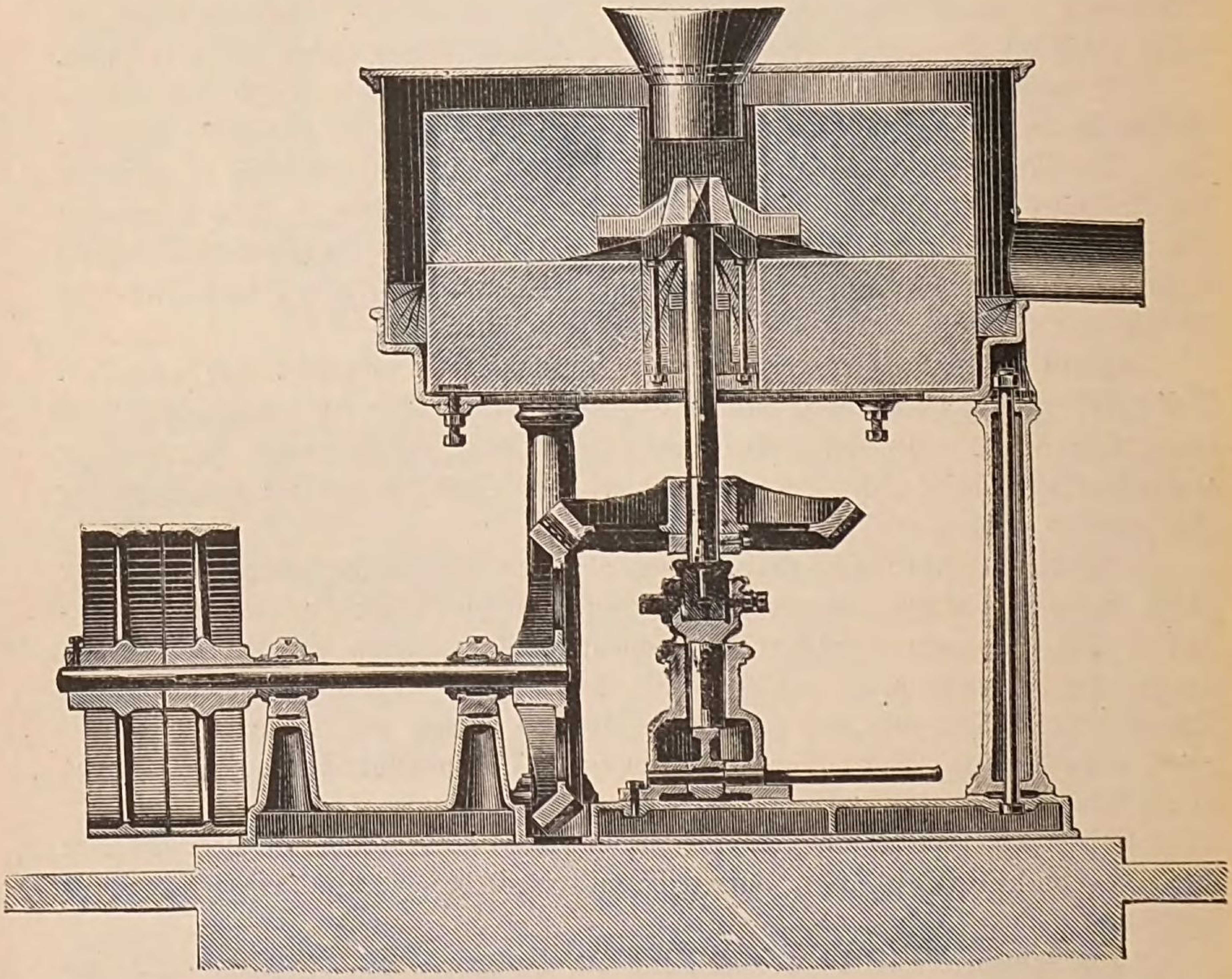


Fig. 86. Mahlgang.

Der Umstand, daß bei der erstmaligen Zerkleinerung der Kartoffeln, ein genügend feines und schwartenfreies Reibsel häufig nicht erzielt wurde, gab ferner die Veranlassung zur Einführung einer besonderen Nachzerkleinerung.

Nun hat die Nachzerkleinerung allerdings nur für größere, über eine ausreichende Maschinenkraft verfügende Fabriken Bedeutung.

Eine gute, richtig behandelte Sägeblattreibe vermag ein so feines Reibsel zu liefern, daß durch eine Nachzerkleinerung die Ausbeute nicht mehr wesentlich gesteigert werden kann. In einer kleinen Fabrik wird daher durch diese Erhöhung der Ausbeute der Aufwand, welchen die Einrichtung und der Betrieb einer guten Nach-

zerkleinerung erfordert, nicht gedeckt. Kleine Fabriken mit Göpel, Lokomobile oder Maschine mit nur 6—8 Pferdestärken können eine gute Nachzerkleinerung nicht einrichten. Für solche Fabriken, welche bis zu 10—12 Wispel (250—300 Ztr.) täglich verarbeiten, ist zur Zerkleinerung eine Reibe allein, besonders, wenn dieselbe mit einer der oben erwähnten Einrichtungen zur Verhinderung der Schwartenbildung versehen ist (Compoundreibe) völlig ausreichend. (Saare.)

Für größere Stärkefabriken ist es dagegen rentabel, das ausgewaschene Reibsel noch einmal einer **Nachzerkleinerung** zu unterwerfen, um noch mehr Stärke frei zu machen.

Man wendet zu dem Behufe verschiedene Verfahren und Apparate an. Bis vor kurzem bediente man sich zu genanntem Zwecke fast ausschließlich eines Mahlganges.

Der Mahlgang (Fig. 86) besteht im wesentlichen aus zwei Mahlsteinen, einem feststehenden (unteren) und einem rotierenden (oberen). Die Zerkleinerung des Reibsels geschieht zwischen den einander entsprechend genäherten Steinen unter stetem Zufluß von Wasser, indem das Reibsel in der Mitte des Steines eintritt und durch die Zentrifugalkraft nach außen geschleudert wird. Als Material für die Steine werden Granit, Sandsteine, Lavasteine (von Andernach), Karpathensteine, sogenannte Franzosen (Quarz-Kunststeine) verwendet. Am geeignetsten erscheinen Lavasteine, Karpathensteine und Franzosen.

Wie bei der Sägeblattreibe, so ist auch vom Mahlgang nur bei richtiger Konstruktion und Behandlung ein günstiges Resultat zu erwarten. Ist dieses nach der einen oder anderen Seite nicht der Fall, so leistet der Mahlgang nichts und wirkt daher, da er unnütz Kraft verbraucht, direkt nachteilig.

In Bezug auf die Konstruktion des Mahlganges sind nach Saare folgende Punkte zu beachten:

1) Die Steine müssen eine Größe von 1,00—1,50 m Durchmesser haben. Steine von 0,6—0,9 m Durchmesser sind zu klein. Eine höhere Tourenzahl vermag den Fehler nicht gut zu machen.

2) Die Welle (Mühleisen) muß stark genug und am festen Steine mit einer Stopfbüchse versehen sein.

3) Als zweckmäßigste Tourenzahl sind 150 Umgänge in der Minute anzusehen.

4) Der Hau (Aufhängeeisen des Läufers) muß sehr genau eingesetzt sein, damit der Läufer genau horizontal hängt. Ein fester Hau muß eingebleit oder eingeschwefelt, nicht eingegypst werden. Gyps ist in Wasser löslich und ein Lockerwerden des Hau's bringt ernste Gefahren mit sich. Man zieht jetzt vielfach den sogenannten Kugelhau vor, eine Gelenkkonstruktion, bei welcher der Stein sich von selbst horizontal stellt.

5) Der feste Stein muß durch Stellschrauben unter ihm ebenfalls genau horizontal einzustellen sein.

6) Es muß eine Vorrichtung (Zange mit Schraube) zum leichten Abheben und Umdrehen des Läufers zu neuem Schärfen vorhanden sein.

7) Der Aufhau des Steines wird zweckmäßig so gestaltet, daß ein sehr weiter flacher Trichter ausgehauen wird. Denselben führt man so weit zum Rande, daß an diesem ein glatter Ring von 8—16 cm bleibt, je nachdem der Durchmesser des Steines 1 oder 1,50 m beträgt. In den Trichter können dann noch drei oder vier

tiefe Hauptgänge (10—12 cm anfangs tief), welche bis zu dem platten Rande spitz auslaufen, gerade oder sichelförmig aufgehauen werden, um die einsaugende Wirkung zu erhöhen. Der Rand wird von Zeit zu Zeit gerauht.

Hinsichtlich der Behandlung des Mahlganges macht Saare auf folgende Punkte aufmerksam:

Die Steine müssen genau horizontal aufeinander laufen. Dazu ist ein richtiges Auswiegen des festen Steines mit den drei Stellschrauben und eine genaue senkrechte Einpassung der Welle in den Läufer (bei festem Hau) erforderlich. Legt man das Ohr an den Mantel des Mahlganges, so darf man nur ein schleifendes Geräusch hören. Jedes stoßende Geräusch deutet auf ein Aufschlagen der Steine hin. Da in diesem Falle die Steine an einer Seite zu weit von einander abstehen, so kann hier einerseits grobes Reibsel durchgehen, andererseits werden die Steine ungleichmäßig abgenutzt.

Das auf den Mahlgang gelangende Reibsel muß möglichst vollkommen ausgewaschen sein. Reibsel, das noch viel unausgewaschene, aber freigemachte Stärke enthält, fühlt sich schmierig an, während gut ausgewaschenes sich ballt und rauher erscheint. Es wird besser vom Stein gefaßt und auch besser zerrieben.

Der Wasserzufluß ist derart zu regulieren, daß ein Heraussteigen des Reibsels aus dem Steine nicht eintritt. Bei zu viel Wasser gleitet das Reibsel leichter durch die Reibflächen, ohne gefaßt zu werden.

Die Steine müssen längstens alle vier Wochen nachgeschärft werden. In größeren Fabriken wird der Stein alle vierzehn Tage geschärft. Zur Verhütung von Unfällen muß der Mahlgang entsprechend gesichert sein.

Ein richtig konstruierter und richtig behandelter Mahlgang weist nach Saare eine genügende Leistung auf, um seine wegen des Kraftverbrauches und öfteren Schärfens ziemlich kostspielige Unterhaltung lohnend erscheinen zu lassen. Es ergab sich beispielsweise, daß durch einen Mahlgang pro Wispel $3^1/_2$ kg lufttrockene Stärke gewonnen wurden. Das würde bei einer Arbeit von 20 Wispel pro Tag $1^1/_2$ Centner Stärke ausmachen.

Die ungemein sorgfältige und penible Behandlung, welche der Mahlgang erfordert, führte dazu, daß man sich nach Apparaten zum Ersatze desselben umgesehen. Zudem wird dem Mahlgange der Vorwurf gemacht, er zerkleinere unter Umständen den Zellstoff so sehr, daß die gewöhnlichen Raffiniermethoden nicht ausreichten, die Faserteilchen von der Stärke vollständig zu trennen, wodurch die Stärke nach dem Trocknen ein graues, unvorteilhaftes Ansehen erhalte.

Einen Apparat, welcher in mittleren Fabriken den Mahlgang zu ersetzen im Stande ist, haben wir in der Compoundreibe von H. Schmidt-Küstrin bereits kennen gelernt.

Als eigentlicher Nachzerkleinerungsapparat dazu bestimmt, das bereits ausgewaschene Reibsel noch einmal zu zerreiben, ist von H. Schmidt die **Feinfasermühle** konstruiert worden. Dieselbe besteht aus zwei eigentümlich geriffelten, senkrecht stehenden Gußstahlscheiben, von denen die eine feststeht, die andere rotiert. Das Reibsel tritt von der Peripherie aus zwischen die Mahlflächen und wird durch hydraulischen Druck der Zentrifugalkraft entgegen zwischen den Mahlflächen nach der Mitte getrieben, um von da aus der Mühle auszutreten. Die gröberen Faserstücke werden von der Zentrifugalkraft stets nach außen geworfen und unterliegen der

wiederholten Bearbeitung durch die Mahlflächen so lange, bis sie entsprechend zerkleinert sind und dem Mahlstrome folgen können. Um ein Freilaufen bei unregelmäßiger Speisung der Mühle zu verhindern, ist im Fülltrichter ein Schwimmer angebracht, welcher durch eine Hebelvorrichtung mit einem Ventil im Abflußrohre derart verbunden ist, daß der Abfluß vom Zuflusse aus geregelt wird. Hört der Zufluß im Fülltrichter auf, so senkt sich der Schwimmer und schließt das Ventil, so daß die Mühle sich nicht entleeren kann; umgekehrt wird bei erneutem Zufluße der Schwimmer gehoben und das Ventil geöffnet.

Im Durchschnitte erfordert eine Feinfasermühle bei mittlerer Geschwindigkeit vier Pferdestärken, also ebensoviel wie der Mahlgang, welchem sie nach Ermittelungen von Saare auch bezüglich ihrer Leistung gleichkommt, indem sie aus schlechtem Reibsel 126 Pfund, aus gutem Reibsel 94 Pfund nasser Stärke auf 100 Zentner Kartoffeln freigemacht hat. Vor dem Mahlgange hat sie den Vorzug, daß sie ein- für allemal montiert wird, ferner, daß ein festes Einstellen, um eine feine Leistung zu erzielen, nur mittels zweier Schrauben zu geschehen braucht. Die Schneidkanten der Mahlflächen dürften sich nur wenig abnutzen und bedürfen keiner Nachschärfung.

Eine spätere Ergänzung der Mahlscheiben kann leicht vorgenommen werden.

Ferner sind als Nachzerkleinerungs-Apparate zu erwähnen:

die Kegelmühle von Uhland-Leipzig-Gohlis, ein stumpfgeriffelter, liegender, in gleichem Mantel rotierender Konus;

der Nachzerkleinerungs-Apparat von John-Arnswalde, und

die Rapidmühle von Paul Behrens-Magdeburg.

Was nun die Leistung der Zerkleinerung überhaupt betrifft, so giebt es bis jetzt kein Verfahren, mit welchem alle Stärke aus den Zellen freigemacht werden könnte. Nach Saare ist das beste erreichbare Resultat noch immer, daß ausgearbeitete Pülpe in der absoluten Trockensubstanz nicht mehr als 50 pCt. Stärke enthält. Nimmt man an, daß auf 100 Centner Kartoffeln 4 Centner absolut trockenes Reibsel entstehen, so gehen demnach von 100 Centner Kartoffeln 200 Pfund Stärke in der Pülpe verloren, demnach bei der Verarbeitung zwanzigprozentiger Kartoffeln 10 pCt. der vorhandenen Stärke. Das ist ein verhältnismäßig großer Verlust, und doch ist er in den meisten Fällen noch höher, nämlich 15 pCt. vom Stärkegehalt und darüber.

Nach den bisherigen Erfahrungen erscheint es fraglich, ob es möglich ist, auf mechanischem Wege bessere Resultate zu erzielen. Eine noch weiter gehende Zerkleinerung, als sie jetzt üblich ist, würde den Uebelstand mit sich bringen, daß die allzu feinen Faserteilchen sich kaum mehr vollständig von der Stärke trennen ließen. Als einziges Verfahren, welches allenfalls Aussicht gewährt auf die Gewinnung der letzten Reste von Stärkemehl aus den Kartoffeln, ist das der Verrottung oder Vergärung der Faser durch Bakterien. Versuche, welche in dieser Richtung von Saare im kleinen ausgeführt wurden, führten allerdings zu keinem praktisch verwertbaren Ergebnis. Doch ist zu bedenken, daß sich bei diesen Versuchen im kleinen die Verhältnisse der Praxis eben kaum einhalten lassen. Mitteilungen über Versuche im großen Betriebe liegen nicht vor.

Die Ausbringung der Stärke aus dem Reibsel.

Der von der Reibe kommende Brei besteht aus dem durch Wasser verdünnten Fruchtsafte, freier Stärke und der zerkleinerten Kartoffelfaser, der Pülpe. Zur Trennung der Stärke von der Pülpe wird der Brei auf Siebvorrichtungen gebracht, auf welchen er unter Zufluß von Wasser ausgewaschen wird. Die Stärke tritt als sog. Stärkemilch durch das Sieb, während die Pülpe zurückbleibt.

Die Reiben sind der festen Fundamentierung wegen meist im Erdgeschoße aufgestellt. Um zu den Sieben zu gelangen, muß dann das Reibsel durch die Breipumpen gehoben werden. Diese Pumpen sind meist mit Kugelventilen versehen und haben einen Plungerkolben. Die Ventilkugeln und Ventilsitze sind aus Messing. Die Ventile sind leicht zugänglich und können ohne Schwierigkeit rein gehalten werden.

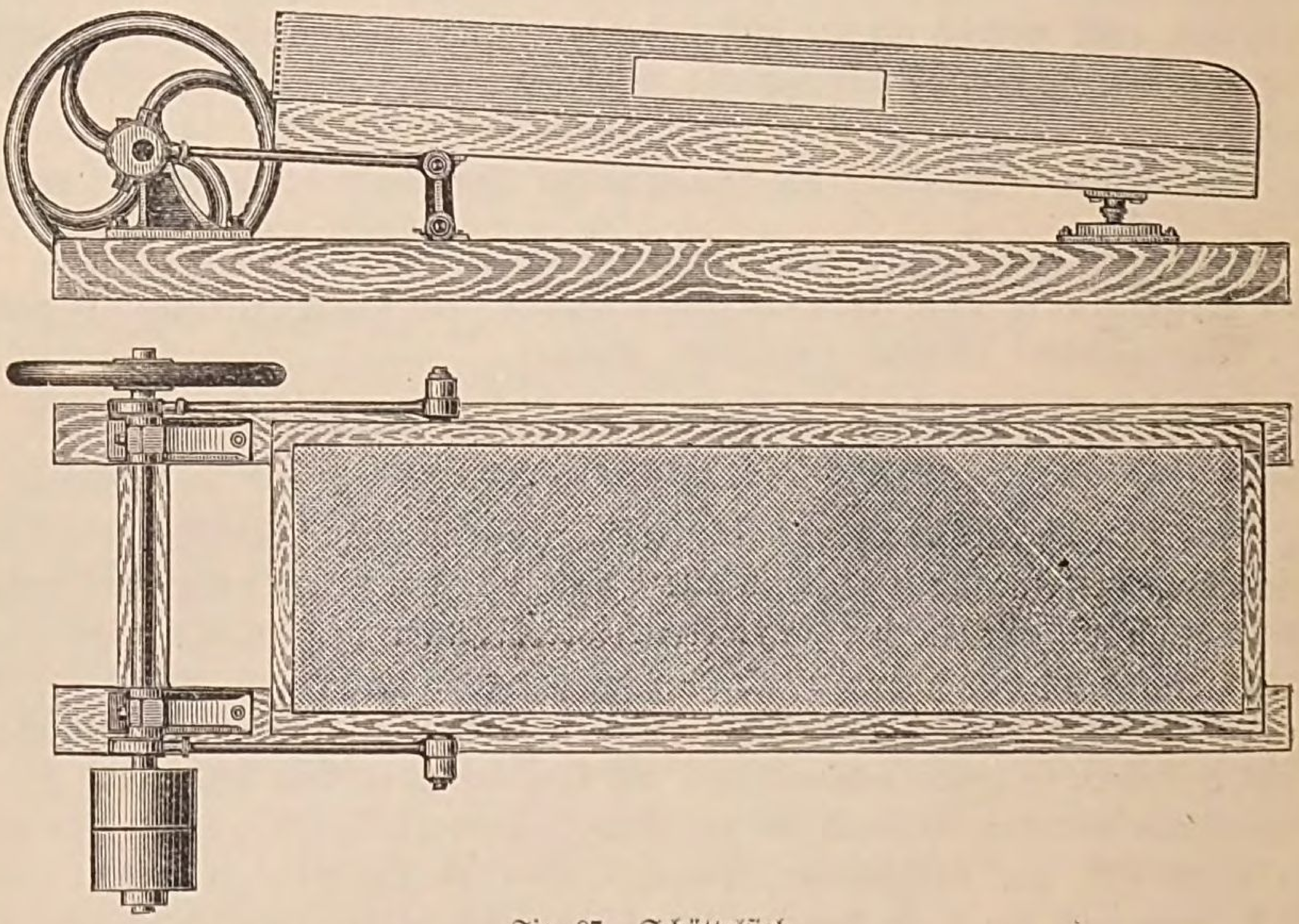


Fig. 87. Schüttelsieb.

Die **Siebvorrichtungen,** welche zur Ausbringung der Stärke dienen, sind: Schüttelsiebe, Bürstenbottichsiebe, Bürstenzylinder (auch Extrakteure genannt) und rotierende Vollzylinder.

Als Belag der Siebe wird teils Drahtgewebe, teils Seidengaze verwendet, oder auch vor der Nachzerkleinerung gelochtes Blech.

Bei richtiger Konstruktion und sachgemäßer Behandlung erfüllen alle die genannten Vorrichtungen ihren Zweck, die freigemachte Stärke von der Pülpe zu trennen.

In Bezug auf die Leistung, welche den Siebvorrichtungen im Betriebe zufallen, kann man dieselben einteilen in Vorsiebe, auf welchen das Reibsel unmittelbar von der Reibe kommend für die Nachzerkleinerung ausgewaschen

wird, Auswaschsiebe, welche die wiederholt zerkleinerte Masse aufnehmen, Raffiniersiebe, auf welchen die vom Auswaschsiebe kommende Stärkemilch von den mit hindurchgegangenen Fasern befreit wird, und Schlammsiebe, welche bei der Aufarbeitung der Schlammstärke Verwendung finden.

Die **Schüttelsiebe** dienen als Vorsiebe, dann hauptsächlich als Raffinier- und Schlammsiebe. Fig. 87 zeigt ein derartiges Sieb. Dasselbe besteht

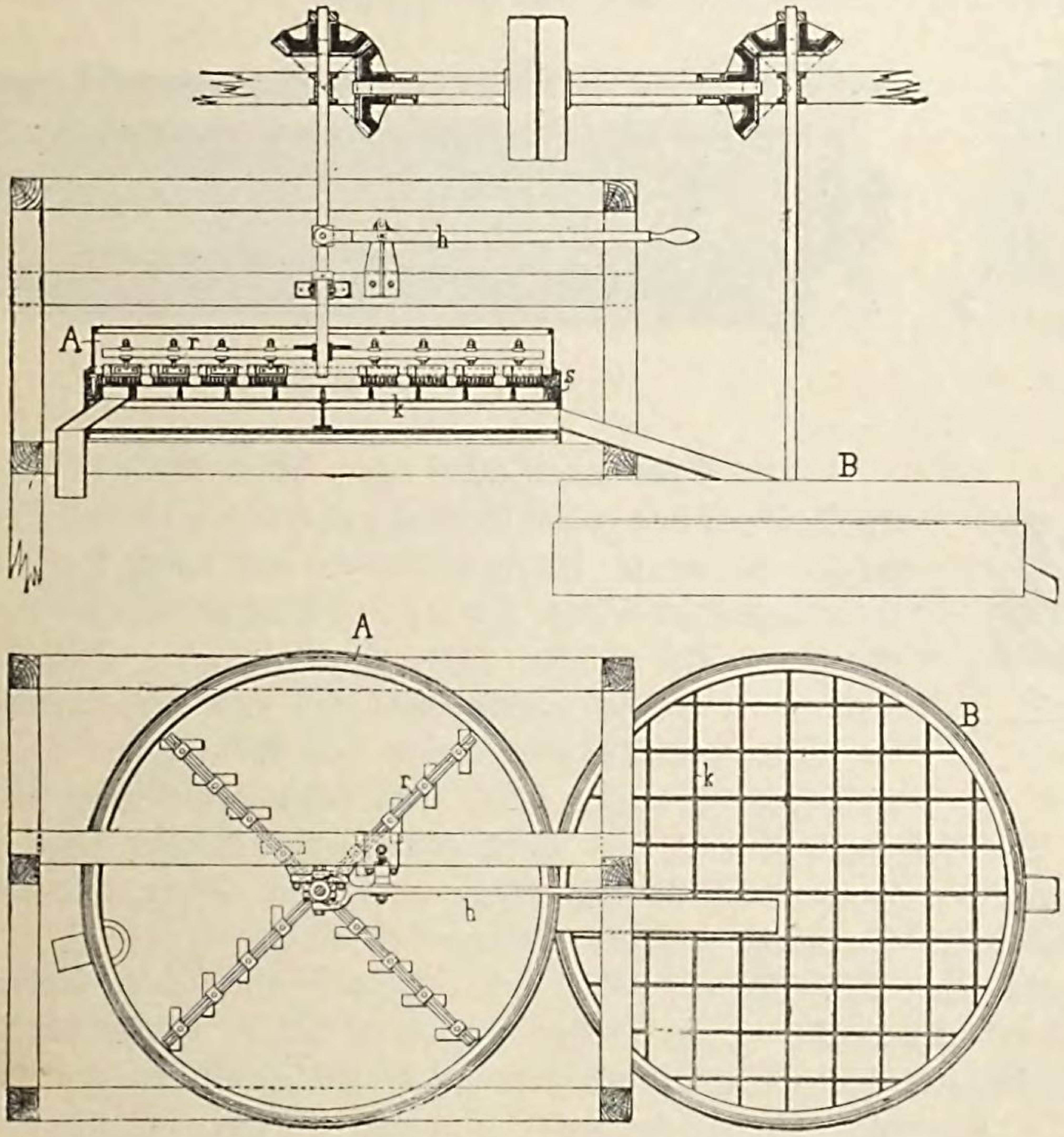


Fig. 88 und 89. Bürstenbottichsiebe.

aus dem hölzernen Siebrahmen, welcher die mit Drahtgeflecht oder Seidengaze bespannten Siebeinlagen aufnimmt, und dem Bewegungsmechanismus. Dieser wird durch eine Welle mit zwei angeschweißten Exzentriks gebildet, welche mittels Rotgußscheiben und Stangen den Siebrahmen auf beiden Seiten anfassen.

Die Führung geschieht vorn durch Hebel, hinten durch Stahlschienen. Die Länge der Siebfläche ist 2 m, die Breite meist 1 m. Die Neigung des Siebes ist bei 2 m Länge zweckmäßig 5 cm. Für eine kräftige Wirkung des Siebes muß der Hub kurz (2—3 cm) sein, und die Tourenzahl 300—400 betragen. Die Wasserbrause wird am besten an zwei Punkten quer zur Längsrichtung des Siebes angebracht. Wichtig ist ferner die richtige Lage des Siebes, wobei sorgfältig darauf zu achten ist, daß dasselbe nicht nach der einen oder andern Seite hängt. In diesem Falle gleitet das Reibsel leicht nach jener Seite und ein größerer oder kleinerer Teil des Siebes kommt nicht zur Wirkung (Saare).

Als Raffinier- und Schlammsiebe sind die Schüttelsiebe recht wohl geeignet, da die weniger starke mechanische Einwirkung, welcher die Masse durch die stoßende und rüttelnde Bewegung ausgesetzt ist, dem beabsichtigten Zwecke, die Stärke möglichst vollkommen von den feinen Faserteilchen zu trennen, sehr gut entspricht. Dagegen eignen sich dieselben weniger zum Auswaschen des Reibsels.

Als **Auswaschsiebe** verwendet man am besten Bürstenbottichsiebe und Bürstenzylindersiebe (Extrakteure und Vollzylinder).

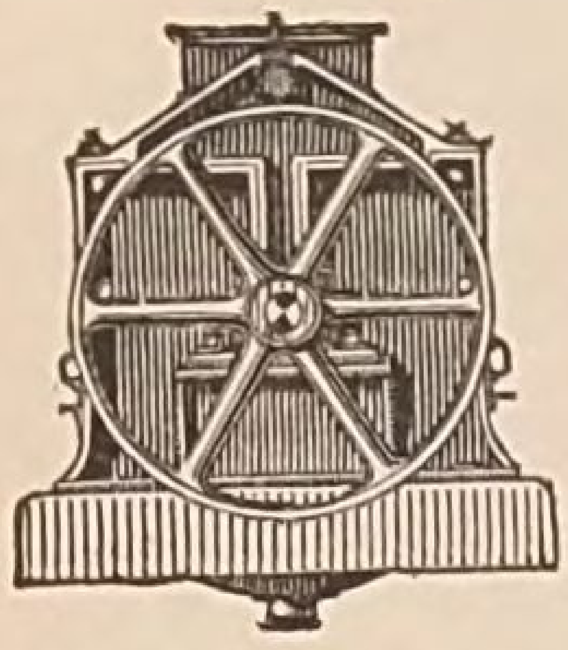


Fig. 90.

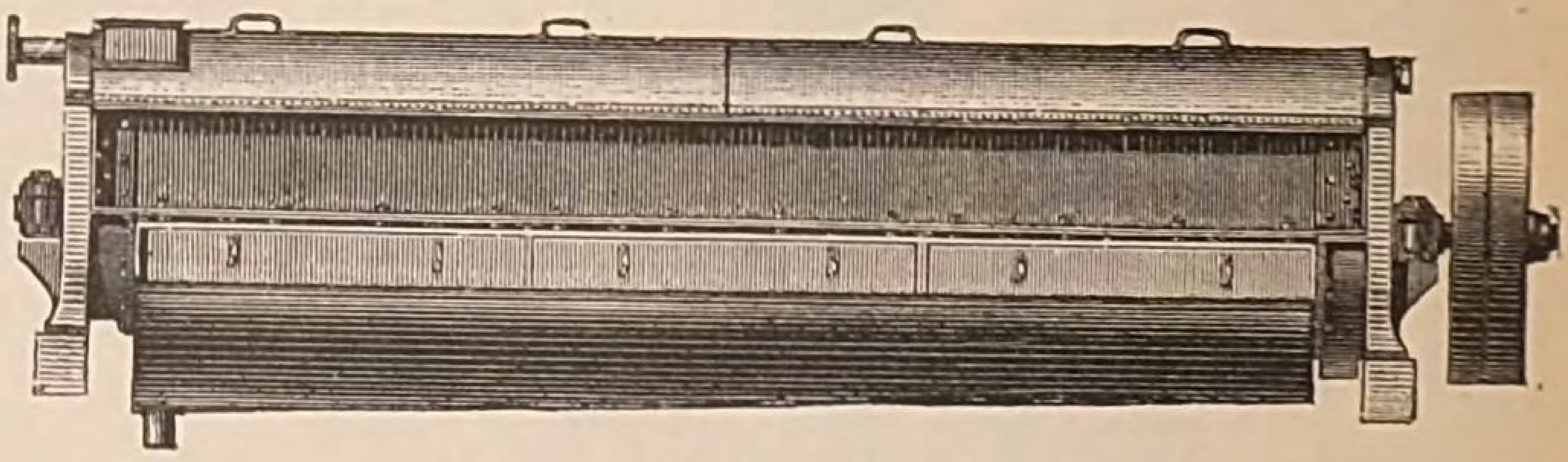


Fig. 91. Bürstenzylindersieb.

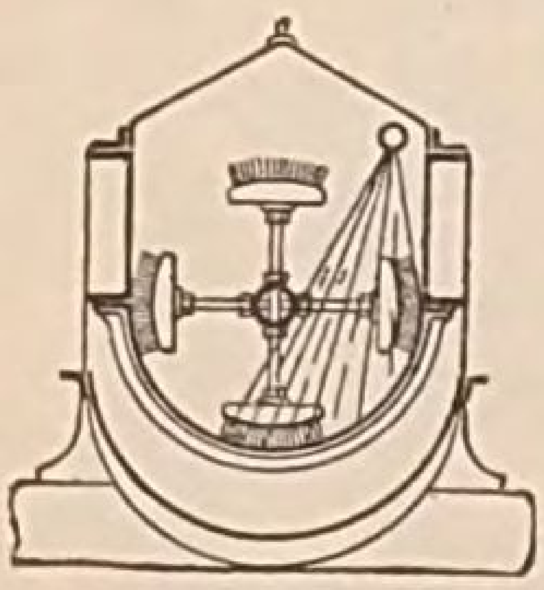


Fig. 92.

Das **Bürstenbottichsieb** (Fig. 88 u. 89)*) besteht aus dem ringförmigen mit einem Messingdrahtsieb bespannten Siebrahmen, welcher in einem niederen Bottiche auf einem Holzgitter ruht. Ueber dem Sieb bewegt sich ein mit Bürsten besetztes Kreuz. Die schräg gestellten Bürsten bestreichen die ganze Siebfläche. Sie schaffen das Reibsel, welches möglichst nahe dem Mittelpunkt auf das Sieb gebracht wird, nach dem Rande, wo es in ausgewaschenem Zustande durch eine seitliche Oeffnung nach außen gelangt. Die bloßgelegte Stärke wird durch zuströmendes Wasser durch das Sieb hindurchgewaschen, sammelt sich in dem Raum unter dem Siebe, aus welchem die Stärkemilch durch eine Rinne auf das Raffiniersieb abläuft.

Damit solche Siebe leistungsfähig sind, müssen sie für kleinere Fabriken einen Durchmesser von 2,2—2,6 m, für größere 2,6—3 m haben. Sehr häufig werden zwei solcher Apparate hintereinander aufgestellt und dazwischen Breimühlen eingeschaltet.

Sehr verbreitete Auswaschapparate sind die Bürstenzylindersiebe, um deren Konstruktion sich insbesondere Fesca verdient gemacht hat.

Das **Bürstenzylindersieb** (Fig. 90, 91, 92)*) besteht aus einem eisernen Rahmen, der aus zwei gußeisernen Kopfstücken, verbunden durch]-Eisen, gebildet wird. An diesem eisernen Rahmen ist unten ein Metallsieb in Form eines Halbzylinders befestigt, unter welchem sich eine Blechmulde befindet zur Aufnahme der durch das Sieb hindurchtretenden Stärkemilch. Der bewegliche Teil der Maschine besteht aus einer rotierenden Welle, auf welcher Bürsten tragende Armkreuze aufgesteckt sind, oder aus einer hohlen Welle, durch welche als Bürstenträger eiserne Stäbe gesteckt sind. Diese Eisenstäbe sind mit Gewinden versehen und lassen sich durch Muttern derart einstellen, daß die Bürsten stets an dem Siebmantel anstreifen. Die Bürsten sind nicht senkrecht zur Achse der Maschine eingesetzt, sondern derart schief gestellt, daß sie eine Spirale bilden, welche das Reibsel von einem Ende der Maschine zum andern befördert. Oberhalb der Bürstenwelle liegt ein Spritzrohr (Fig. 92), welches

*) W. H. Uhland, Mitteilungen für die gesamte Stärke-Industrie 1890.

am besten seitlich gelagert wird und zwar auf derjenigen Seite des Extrakteurs, an welcher die Bürsten sich bei der Rotation nach oben drehen.

Das Reibsel wird an dem einen Ende (Fig. 91) aufgegeben und wird von den Bürsten mäßig rasch nach dem anderen Ende geführt, wo es von der Stärke befreit ausgeworfen wird. Außer dem Fortschaffen des Reibsels fällt den Bürsten die Aufgabe zu, den Siebmantel rein zu halten und die Faserteile, welche sich in die Siebmaschen setzen, aus denselben zu entfernen. Die Stärke durch das Sieb hindurchzuführen, ist Sache des Wasserstrahles. Deshalb ist es nötig, daß die Wasserstrahlen die ganze Fläche, auf welcher sich Reibsel befindet, bestreichen.

Ein guter Bürstenzylinder muß für kleinere Fabriken eine Länge von 4—5 m, für größere von 5—6 m und einen Durchmesser von 35—40, bezw. 45—50 cm haben. Ein Bürstenzylinder soll nicht mehr als 30 bis höchstens 40 Umdrehungen in der Minute machen, da das Reibsel sonst zu schnell hindurchgeht. Der Belag ist am besten vor dem Mahlgang gelochtes Blech, hinter ihm Drahtgaze Nr. 40—50. Wichtig ist auch, daß der Bürstenzylinder leicht auseinander zu nehmen ist, damit die Siebmulden so oft als möglich ohne Schwierigkeit können ausgewechselt werden.

Rotierende Vollzylinder (siehe Fig. 93f) sind zur Zeit weniger verbreitet als die Bürstenzylinder, obwohl sie ihres sehr ruhigen Ganges, mäßigen Kraftverbrauches und der geringen Abnützung der Gaze wegen als sehr zweckmäßig erscheinen. Das Waschwasser kommt bei denselben aus der hohlen Axe oder einem schwankenden Wasserrohr im Innern. Durch eine von außen gegenlaufende kleine Bürstenwalze wird das Sieb rein gehalten.

Saare sah in einer Fabrik von 10—12 Wispel täglicher Verarbeitung, welche nur Vollzylinder, nämlich einen vor, einen hinter dem Mahlgang und einen als Raffiniersieb besaß, dieselben sehr gut arbeiten. Die Zylinder hatten 3 m Länge, 60 cm Durchmesser (das Raffiniersieb war kleiner) und waren mit Nr. 35 und 60 belegt. Bei 18 Umdrehungen in der Minute wuschen sie das Reibsel völlig aus.

Das Raffiniersieb läßt man teils trocken (ohne Brause), teils naß laufen. Darüber, was zweckmäßiger ist, gehen die Ansichten auseinander. Im ersten Falle werden weniger der feinen Fasern durch das Sieb gehen, dagegen geht etwas mehr Stärke in der Pülpe verloren.

Schlammsiebe laufen am besten trocken. Dabei muß natürlich die Stärkemilch entsprechend dünn aufgebracht werden.

Das Reinigen der Siebe wird in gut betriebenen Fabriken täglich, in größeren Fabriken verbunden mit einer Auswechslung der Rahmen, sogar 2—3 mal täglich vorgenommen. Man reinigt die Siebe mit heißem Wasser und Bürsten. Sind die Siebe stark verschlammt, so läßt man sie am Kessel trocknen und entfernt den spröd gewordenen Schlamm mit scharfen Bürsten. Auch das Reinigen mit Dampfstrahl ist namentlich für Seidengaze empfehlenswert.

Schließlich geben wir eine Abbildung (Fig. 93) des **kombinierten Kartoffelstärke-Apparates** von W. Angele-Berlin, welcher eine sehr übersichtliche Anordnung der bisher besprochenen Apparate zeigt.

a ist ein Wasserbehälter, von welchem sämtliches zum Betriebe erforderliche Wasser zu den verschiedenen Apparaten fließt. Von der Transmissionswelle m aus werden sämtliche Maschinen in Bewegung gesetzt. b ist der Waschapparat. Die hier gereinigten Kartoffeln gelangen durch die Rinne v in die Sägeblatt-

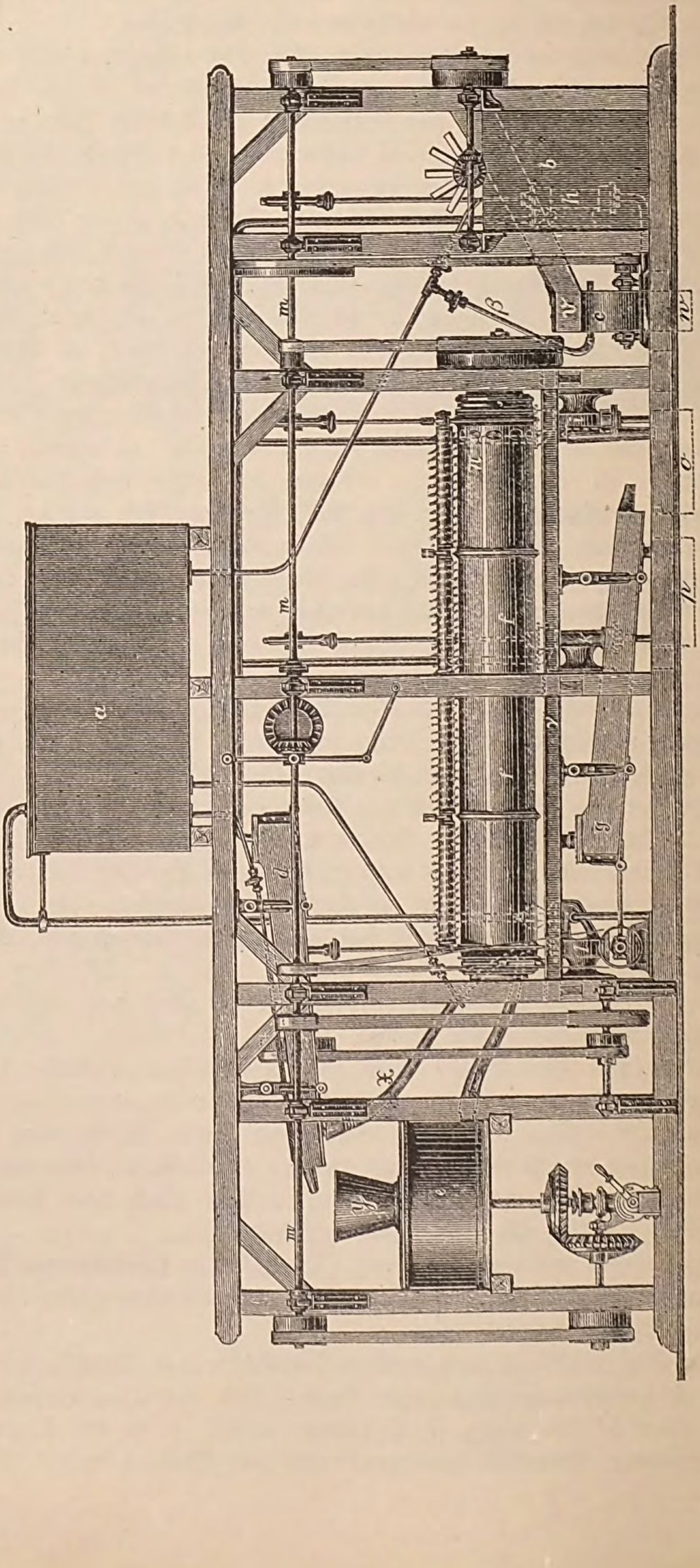


Fig. 93. Kombinierter Kartoffelstärke-Apparat von W. Angele-Berlin.

reibe c, welcher β das erforderliche Wasser zuführt. Das Reibsel sammelt sich in dem Kasten w, aus welchem es mittels der Breipumpe h nach dem Vorsiebe (Schüttelsiebe) d befördert wird. Die durch das Sieb hindurchgehende Stärkemilch wird durch x nach der Mulde γ unter dem Auswaschapparat f geleitet. Der noch viel Stärke enthaltende Brei aber gleitet von der Siebfläche ab durch y auf den Mahlgang x. Der hier zerkleinerte Brei gelangt darauf in den Auswaschapparat f. Derselbe besteht aus einem Vollzylinder aus perforiertem Messingblech, welcher 10 Umdrehungen in der Minute macht. In der Trommel befindet sich exzentrisch und mittels Kurbel von der Axe aus bewegt ein Brauserohr, durch welches in der ganzen Länge der Trommel Wasser auf den Brei gespritzt wird. Durch eine in der Trommel befestigte Spirale wird der Brei allmählich nach dem anderen Ende bewegt, wo die Pülpe durch die Oeffnungen bei π in den Behälter o ausgeworfen wird. Durch die Pumpe i wird die erschöpfte Pülpe von hier fortgeschafft. Die Stärkemilch, welche das Sieb des Auswaschapparates durchdringt, sammelt sich in der Mulde γ und fließt von hier über das Raffinier-(Schüttel-)Sieb in den Behälter p, aus welchem sie durch die Pumpe k zu den Absatzbottichen befördert wird. Die vom Raffiniersieb abfallende Faser gelangt zu der Pülpe in o.

Die Gewinnung der Stärke aus der Stärkemilch und die Reinigung der Stärke.

Die Stärkemilch, welche von den Sieben kommt, enthält neben der Stärke noch die Bestandteile des Fruchtwassers der Kartoffeln, Faserteilchen, welche durch Siebe mit hindurchgegangen und andere Verunreinigungen in kleiner Menge.

Zur Gewinnung der Stärke wird nun die Stärkemilch unter Bedingungen gebracht, unter denen sich die Stärkekörnchen vermöge ihres hohen spezifischen Gewichtes absetzen können, während die darüber stehende Flüssigkeit entfernt wird. Diese Operation ist schon je nach der Art und Weise, wie sie vorgenommen wird, mit einer mehr oder weniger weit gehenden Reinigung der Stärke verknüpft. Zur eigentlichen Reinigung wird die durch Absetzen gewonnene Stärke noch mehrmals mit Wasser gewaschen.

Bezüglich der Verfahren, welche zur Gewinnung der Stärke angewendet werden, können wesentlich zwei Systeme unterschieden werden:

1. Das reine Absetzsystem oder das Absetzen der Stärke in der Ruhe.
2. Das System der Fluten oder Absetzrinnen.

In manchen Gegenden ist das Absetzsystem, in anderen das der Fluten vorherrschend. Letzteres ist für Trockenstärkefabriken, welche auf Primawaare hinarbeiten, vorzuziehen, ersteres für Naßstärkefabriken, bei welchen es weniger auf Qualität ankommt, geeignet.

Bei dem **reinen Absetzsystem** werden größere, viereckige, gemauerte und zementierte Gruben (Fig. 94 u. 95) durch Verlegung der Milchrinne gefüllt und der Inhalt etwa 12 Stunden der Ruhe überlassen, innerhalb welcher Zeit die Stärke sich fest zu Boden setzt. In kleineren Betrieben hat man statt der Gruben hölzerne Bottiche, welche man namentlich bei Raummangel vielfach in

der Art hintereinander aufstellt, daß sich ein Bottich nach dem andern durch Ueberlauf füllt. Die über der Stärke stehende Flüssigkeit (verdünntes Fruchtwasser) wird durch Lochzargen mit im Zickzack übereinanderstehenden Löchern, welche durch Stöpsel verschlossen sind, oder mittels Heber abgelassen. Sehr zweckmäßig ist der Schwimmheber (Fig. 95), welcher, aus einem dicken Spiralschlauch bestehend, mit dem einen Ende in der unteren Wand des Absetzgefäßes befestigt ist, während das andere Ende durch ein Brett auf der Oberfläche schwimmend erhalten wird. Diese Vorrichtung hat den Vorteil, daß man schon nach wenigen Stunden mit dem Abziehen beginnen, und in dem Maße, als die Stärke niedersinkt, langsam laufen lassen kann. Dadurch wird an Zeit gespart und das Fruchtwasser rascher von der Stärke entfernt.

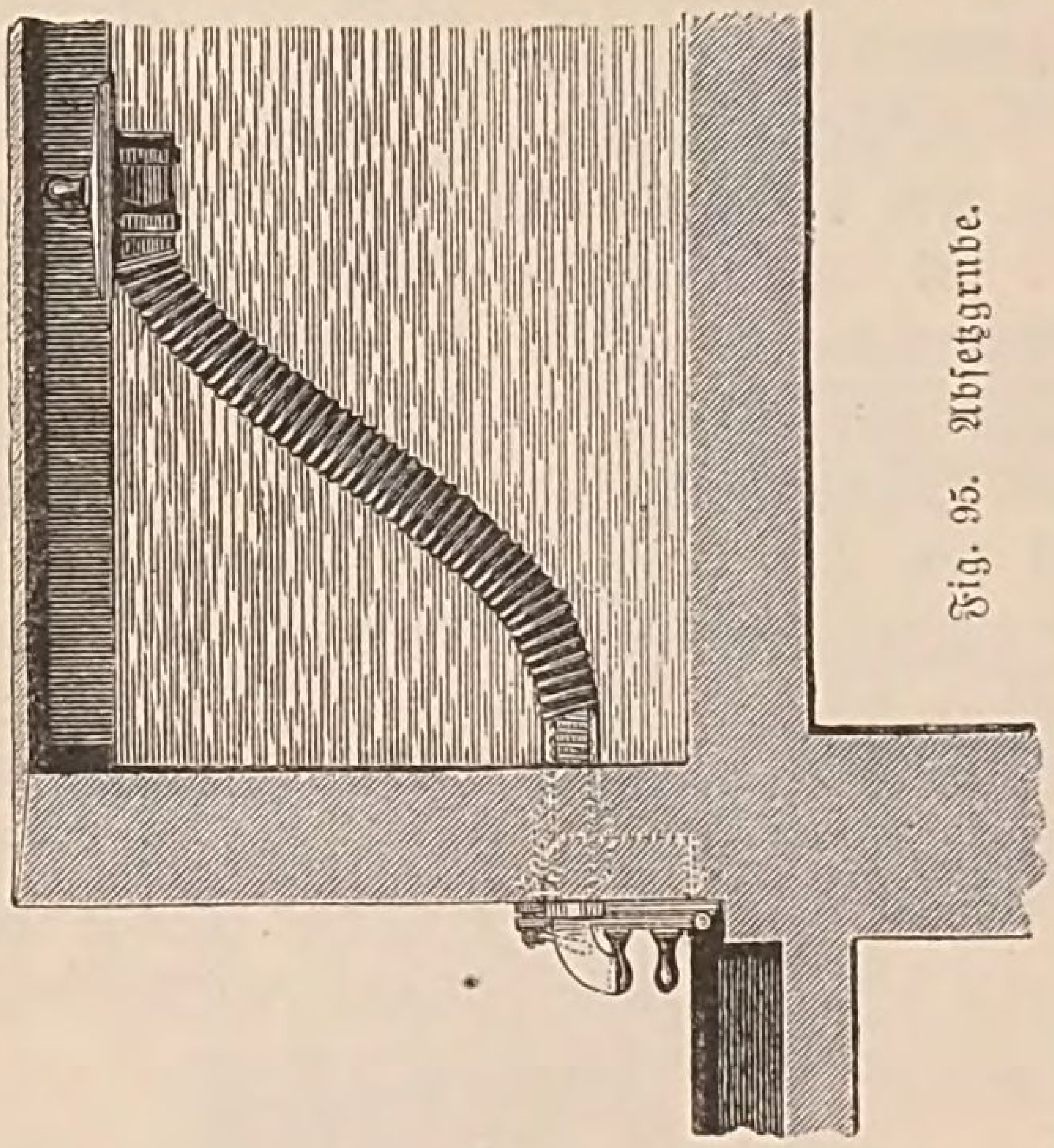


Fig. 95. Absetzgrube.

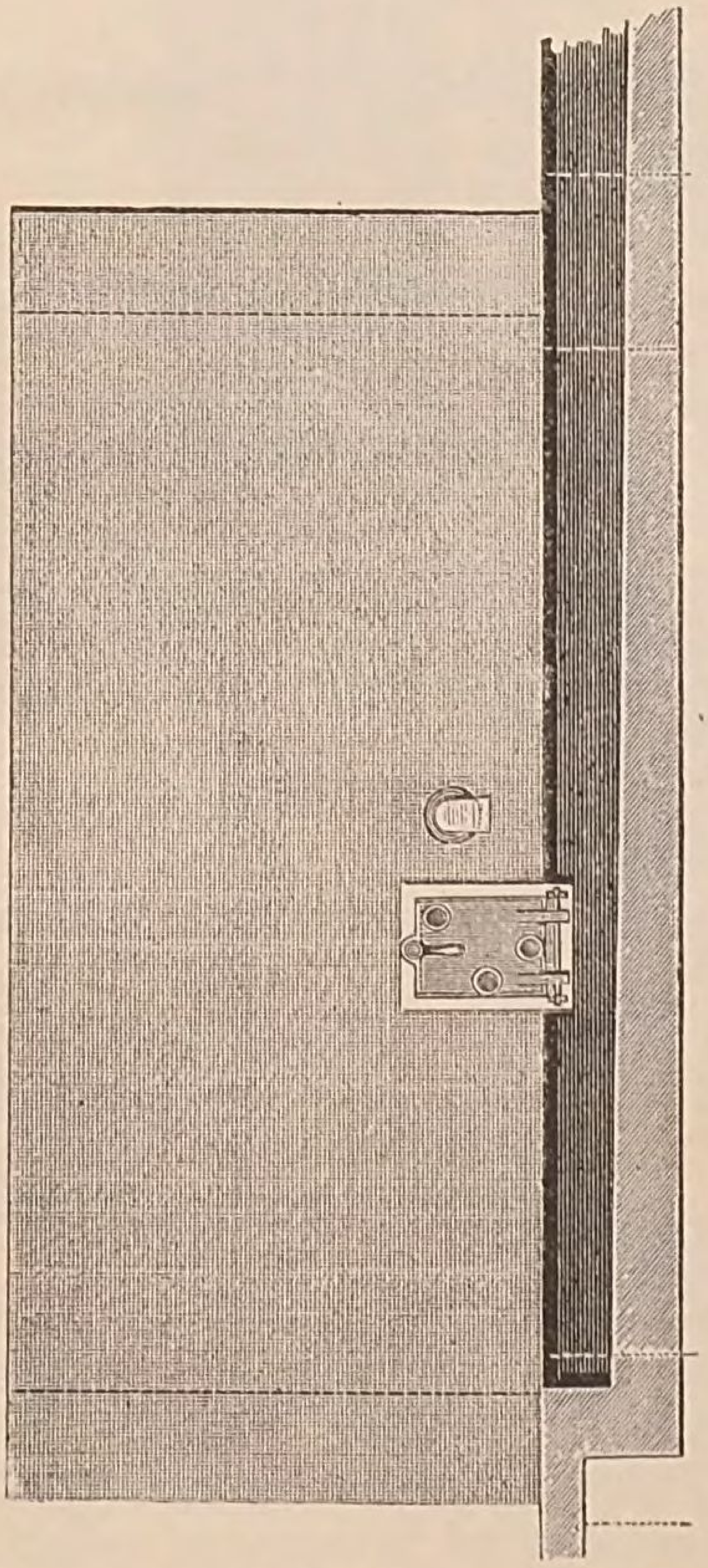


Fig. 94. Absetzgrube.

Unter der Bezeichnung Untertauchsystem wird von Saare eine Einrichtung bei der Arbeit mit Absetzbottichen beschrieben, welche bis jetzt wenig verbreitet ist, aber sehr empfehlenswert erscheint, insbesondere dort, wo einiger Raummangel herrscht. Während bei dem beschriebenen Verfahren die neu hinzutretende Stärkemilch stets an der Oberfläche aufgebracht wird, soll dieselbe beim Untertauchsystem gezwungen werden, sogleich nach unten zu gehen und dann aufzusteigen, so daß die Stärke sich gleich unten absetzt und das Fruchtwasser ständig von unten nach oben aufsteigt. Zu dem Zwecke wird an der einen Seite des ersten Bottichs (Fig. 96) in kurzer Entfernung von der Umfassungswand eine Querwand a angebracht, welche etwa 35 cm über dem Boden endigt. In die so gebildete kleine Kammer tritt die Stärkemilch ein, sie geht unter der Querwand hindurch und steigt dann auf, wäh-

rend die Stärke zum allergrößten Teil sich absetzt. Ist der Bottich 1 voll, so läuft das Wasser durch Vermittlung von Rinnen in den Bottich 3, welcher bei d ebenfalls eine Querwand besitzt. Das Fruchtwasser muß also noch einmal untertauchen und aufsteigen und läuft schließlich bei c stärkefrei ab. Ist Bottich 1 gefüllt, so wird Bottich 2 in gleicher Weise beschickt. In Bottich 3 sammelt sich nur sehr wenig Stärke an.

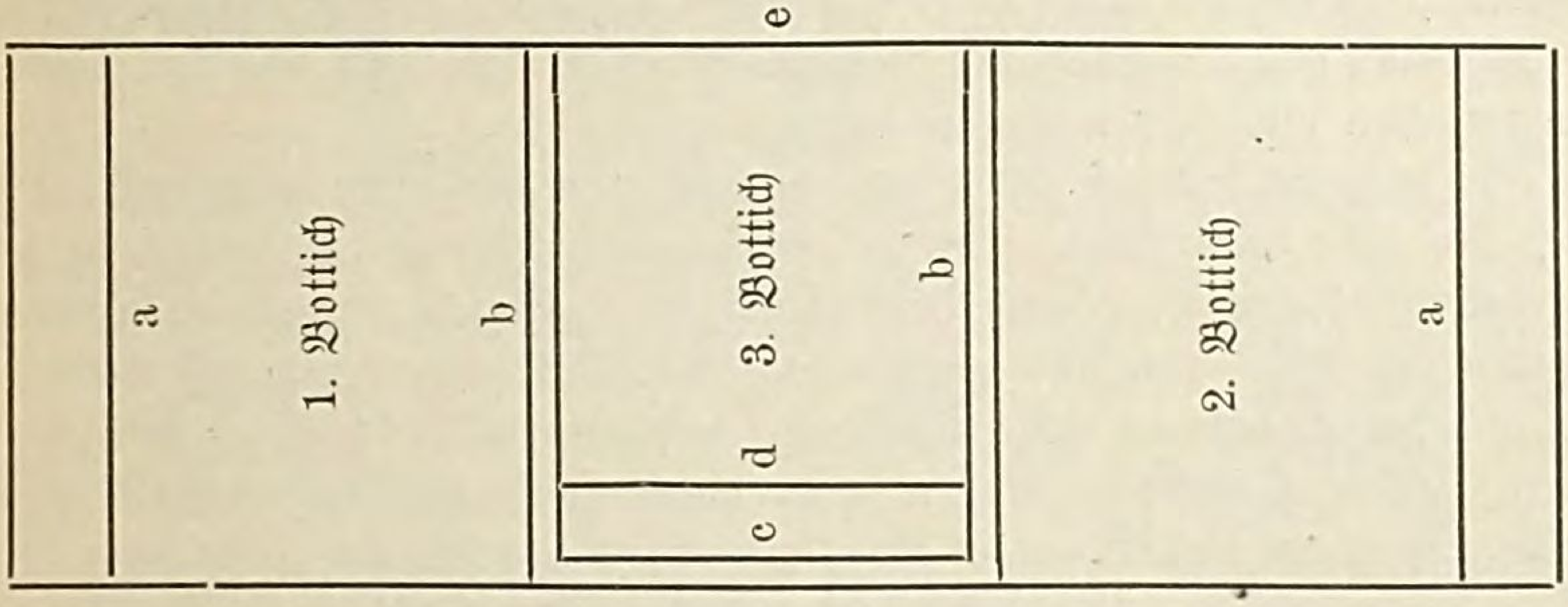


Fig. 96.

Als Vorteile dieses Systems sind nach Saare folgende Umstände anzusehen:

1) daß die Stärke sich schneller aus dem Fruchtwasser abscheiden kann, so daß die Hauptmenge derselben in einem Bottich sich ansammelt, also an Absetzraum gespart wird;

2) daß die Stärke stets mit neuem Fruchtwasser in Berührung kommt, und daß durch das Aufwärtssteigen des Fruchtwassers feinere Verunreinigungen leichter von der durchfallenden Stärke getrennt, und mit dem Wasserstrome fortgeführt werden, wodurch die Qualität der Stärke eine bessere werden muß.

Dazu kommt, daß das System leicht und ohne große Kosten in jedem Absetzbottichbetriebe eingeführt werden kann.

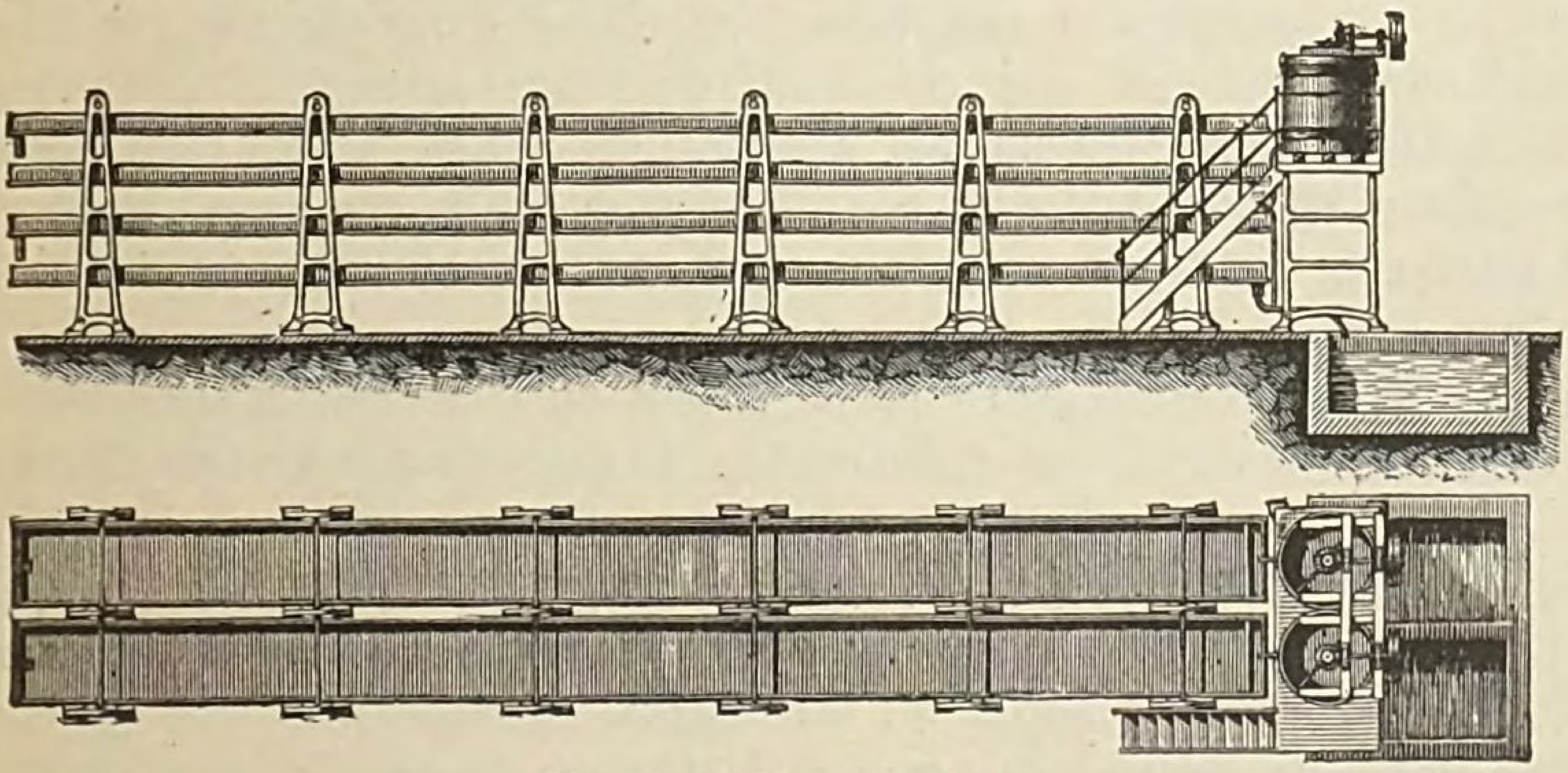


Fig. 97 und 98. Absetzrinnen.

Das **Fluten-** oder **Rinnensystem** ist, wie bereits erwähnt, vorzuziehen, wo es sich um Herstellung von Primaware in trockener Stärke handelt. Dasselbe hat den Vorzug, daß das Fruchtwasser, welches bei längerem Verweilen auf der Stärke dieser einen gelblichen oder grauen Ton verleiht, sehr rasch entfernt wird.

Die Fluten stellen entweder hölzerne Rinnen oder gemauerte und zementierte flache und sehr lange Kasten dar. Dieselben sind meist nicht mehr als $^1/_2$ m tief bei einer Breite von 1,5—2 m und einer Länge von 20—25 m. Steht eine solche Länge in der Fabrik nicht zur Verfügung, so kann man die Rinnen teilen und mit Rücklauf einrichten (Fig. 97)*), wobei man zwei solcher Doppelrinnen übereinanderlegt. In Fig. 98*) sind zwei nebeneinanderliegende Rinnen von oben gesehen abgebildet. Das Gefälle kann 3—5 Millimeter auf den laufenden Meter betragen.*)

Für eine gute Wirkung der Rinnen ist erforderlich, daß dieselben einen vollkommen glatten und ebenen Boden besitzen.

Für hölzerne Rinnen eignet sich am besten Lerchen- oder astfreies Kiefernholz, welches sich nicht leicht wirft. Einem Verziehen oder Werfen des Holzes muß ferner durch geeignete Konstruktion und Verbindung der Holztafeln vorgebeugt werden. In Abständen von $2^1/_2$—3 m sind die Rinnen unterstützt. In der Regel werden Holzsäulen angebracht, und an diesen Querriegel befestigt, auf welche die Rinnen zu liegen kommen. Diese Querstücke müssen aber durch Schrauben in vertikaler Richtung verstellbar sein, um die Rinnen in der erforderlichen Lage genau einstellen zu können.

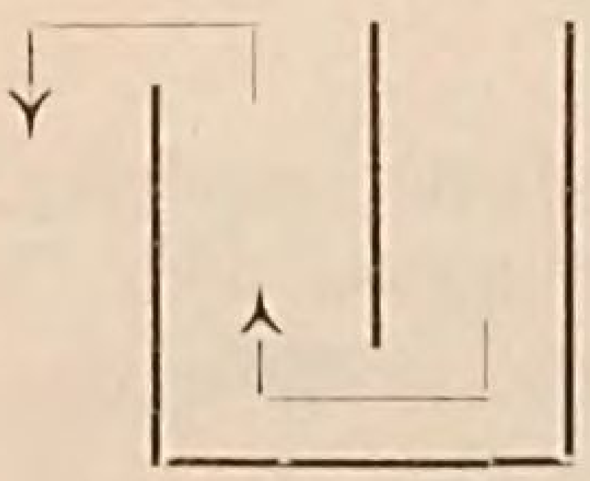


Fig. 99.

Mit den Rinnen stehen Rührbottiche in Verbindung, in welchen die Stärkemilch durchgerührt wird, damit die Stärke sich nicht absetzen kann, ehe sie auf die Fluten gebracht wird.

Aus dem Aufrührbottich gelangt die Stärkemilch zunächst in einen am Anfange der Rinne abgeteilten Kasten, welcher durch ein 30 cm von der Rinnenwand quer gestelltes Brett gebildet wird. Ueber den scharfen Rand des Brettes ergießt sich dann die Stärkemilch gleichmäßig auf die Rinne, während schwerere Verunreinigungen, wie mitgeführter Sand, im Kasten zurückbleiben; es empfiehlt sich auch, unter dem Ablauf des Aufrührbottichs ein kleines Sieb anzubringen, um ganz grobe Teile, wie Holzsplitter u. dgl. zurückzuhalten.

Nach Saare wird der Kopf der Rinne zweckmäßig so eingerichtet, daß die Stärkemilch erst untertauchen und dann noch einmal aufsteigen muß, ehe sie über den scharfkantigen Ueberfall auf die eigentliche Rinne gelangt, was durch die in Fig. 99 angedeutete Anordnung der Querbretter erreicht wird. Zur Verhütung starken Schäumens beim Ablaufen der abfließenden Milch von einer Rinne auf die andere führt man dieselbe in geschlossenem Rohre bis in die Flüssigkeit im Vorkasten der unteren Rinne. Bei dem geringen Gefälle, welches die Rinnen besitzen, finden die schweren Stärkekörnchen Zeit, sich abzusetzen und die Rinnen allmählich anzufüllen, während das wenig und geringwertige Stärke führende Fruchtwasser abfließt, und in Absetzgruben oder -Bottiche geleitet wird. Damit sich die Stärke nicht ungleichmäßig absetze, und Rinnen entstehen, in welchen das Fruchtwasser zu rasch abläuft, sowie zur Entfernung des Schlammes wird von Zeit zu Zeit die Oberfläche der sich absetzenden Stärke mit einem Streichbrett geebnet.

Am Ende der Fluten sind vielfach Nuten angebracht, in welche Stäbe eingelegt werden in dem Maße, wie die Stärkeschicht an Höhe zunimmt, oder es sind verstellbare Wehre vorhanden.

Soll mit den Rinnen besonders feine Primaware erzeugt werden, so muß

*) Uhland, Mitteilungen für die gesamte Stärke-Industrie 1890.

die Stärke sowohl während des Flutens als auch nachher gründlich abgewaschen werden, wozu man sich vorteilhaft eines breiten Pinsels bedient. Ferner kann man auch nur die mittlere Lage als hochfeines Produkt verarbeiten, während man die am Kopfende und unteren Ende gewonnene, durch Sand und Schlamm mehr verunreinigte Stärke abtrennt. Zur Entleerung der Fluten wird die Stärke entweder mit Holzschaufeln ausgestochen oder mit Rührflügel aufgerührt und abgelassen.

Die **Reinigung der Stärke** von den Faserteilchen und anderen Verunreinigungen, welche sich mit abgesetzt haben, geschieht in den sog. Quirl- oder Waschbottichen, wohin die Stärke aus den Absetzvorrichtungen übergeführt wird. Durch wiederholtes Aufrühren mit Wasser erzielt man eine Trennung der Stärke von den Verunreinigungen dadurch, daß erstere, spezifisch schwerer, sich rasch wieder absetzt, während letztere im Wasser schwebend bleiben und mit demselben entfernt werden.

Die **Waschbottiche** sind meist rund, seltener viereckig und aus Mauerwerk mit Zementputz, Holz oder Eisenblech hergestellt. Die Quirlvorrichtung besteht aus Rührflügel an einer senkrechten Achse, welche aus der Flüssigkeit gehoben werden können, wenn die Stärke sich setzt, und hineingesetzt werden, wenn sie aufgerührt werden soll. Die Flügel werden entweder durchbrochen und gerade oder massiv und schräg hergestellt, unten mit Bürsten versehen oder nicht. In Fig. 100 u. 101 ist ein Waschbottich mit Quirl- und Kippvorrichtung abgebildet. Man macht die Waschbottiche bei einem Durchmesser von 2—2,5 m durchschnittlich 1 m tief. Man erzielt eine genügende Reinigung der Stärke, wenn man die Waschbottiche zu $^1/_3$ mit Stärke und zu $^2/_3$ mit Wasser füllt, und zwei bis drei Mal je eine Stunde lang quirlt. Je länger über dieses Maß hinaus die Stärke gequirlt wird, um so schlechter setzt sie sich ab und um so mehr Nachprodukte erhält man. Es ist zweckmäßiger, wenn in einer Fabrik eine größere Anzahl kleiner Quirle als wenige große vorhanden sind, da man im ersteren Falle die Qualitäten besser scheiden kann. Auf 100 Zentner Kartoffeln kann man in Naßstärkefabriken bei einmaligem Waschen 3 cbm, in Trockenstärkefabriken bei dreimaligem Waschen 9 cbm Quirlraum rechnen.

Das Waschwasser läßt man aus den Quirlen, wie aus den Absatzbottichen durch gelochte Zargen oder mittels Heber ab. Die oberste unreine Schicht von Schlammstärke wird abgeschabt und einer weiteren Reinigung unterworfen. Die reine Stärke wird entweder ausgestochen oder mit Wasser aufgerührt und durch eine Rohrleitung der Milchpumpe zugeführt, von welcher sie direkt in den Zentrifugenquirl befördert wird.

Die Schlammstärke, Schmutz- oder Schabestärke, wird von neuem mit Wasser angerührt und durch die Schlammpumpe auf Schlammsiebe gehoben. Wie bereits erwähnt, sind die letzteren meist Schüttelsiebe mit sehr feinem Belage (Metallgaze Nr. 120, Seidengaze bis Nr. 12). Die von den Sieben kommende Milch läßt man über lange schmale Rinnen laufen, wobei sich am oberen Ende in der Regel gute Stärke absetzt, welche man der Primaware zufügen kann, während die am unteren Ende sich absetzende, weniger reine Stärke, ein zweites Produkt liefert.

Die Abwässer von den Absetzbassins, den Fluten und den Schlammrinnen, läßt man namentlich in größeren Fabriken in zahlreiche im Freien befindliche Außenbassins laufen. Dieselben werden in die Erde eingemauert und füllen sich gegenseitig durch Ueberlauf. Die Stärke, welche sich in diesen Bassins absetzt, wird gewöhnlich erst am Ende der Kampagne für sich aufgearbeitet. Die Auf-

arbeitung dieser Schlammstärke bietet indessen viele Schwierigkeiten. Schon das Absetzen der Stärke in den Gruben geht häufig sehr mangelhaft vor sich, da Bakteriengärungen, welche sich in der eiweißhaltigen Flüssigkeit ungemein leicht einstellen, die stärkehaltigen Schlammteilchen in Bewegung halten und am Absetzen

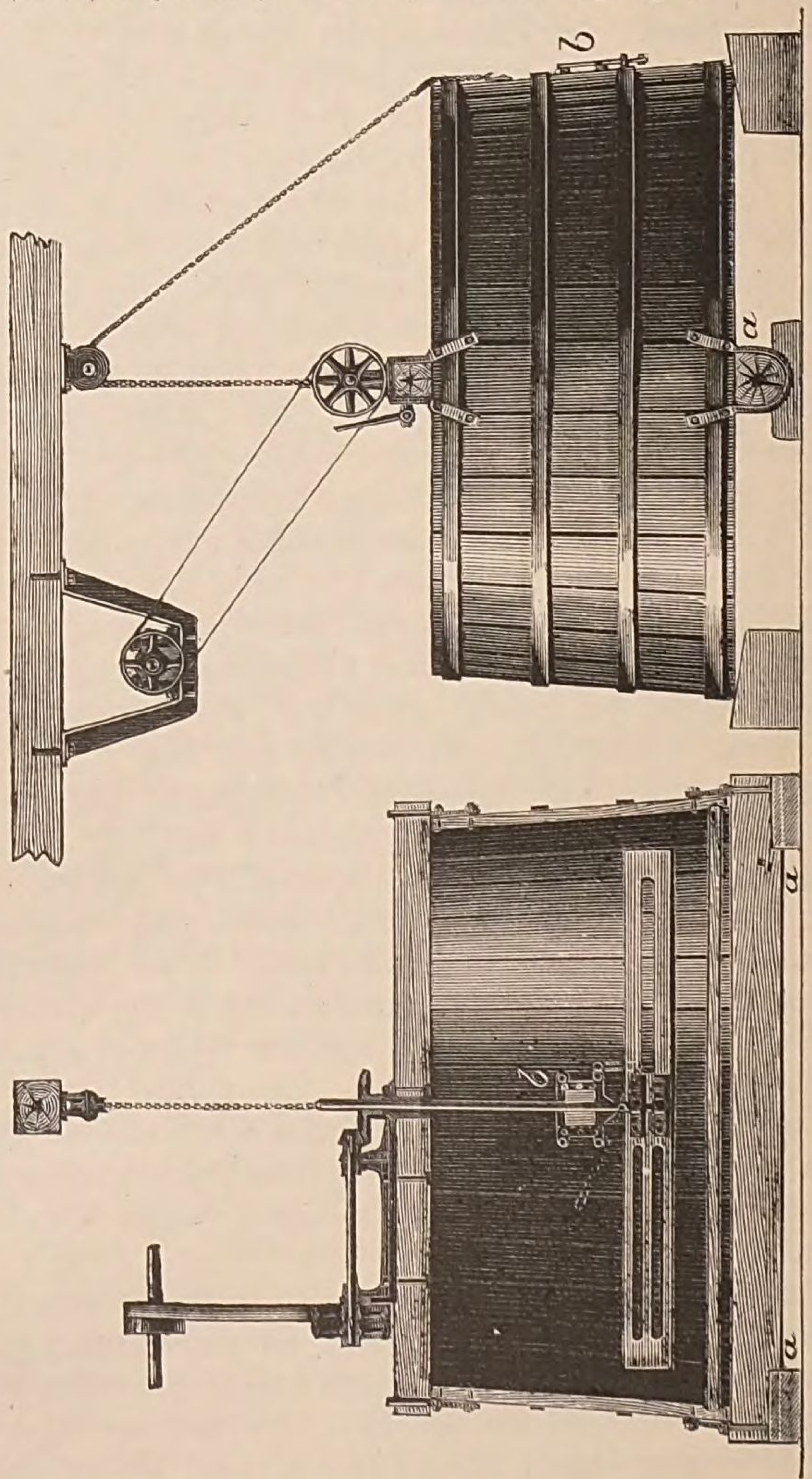


Fig. 100. Waschbottich. Fig. 101.

verhindern. Ein Uebelstand, der indessen sich auch in den Absatzbottichen bei der Verarbeitung fauler Kartoffeln zuweilen fühlbar macht. Man suchte sich bisher in diesen Fällen durch Zusatz von Schwefelsäure, seltener von schwefliger Säure und deren Salzen zu helfen. Hierdurch werden die Bakteriengärungen allerdings aufgehoben. Gleichzeitig werden die feinen Fasern etwas gequollen, so daß sie eher schwebend bleiben, wenn die Stärke sich absetzt. Man braucht dazu

jedoch ziemlich große Mengen (1—5 Liter Schwefelsäure auf den Bottich) und die Stärke, welche man dabei erhält, bleibt trotz starken Waschens stets sauer.

Durch wiederholtes Sieben auf feinsten Seidengazesieben (bis Nr. 15) und Schlämmen auf Rinnen gewinnt man noch eine feinkörnige, minderwertige Stärke.

Die aus den Waschbottichen ausgestochene Stärke hält ca. 45 pCt. Wasser und wird als grüne oder Naßstärke bezeichnet. Für die Zwecke der Stärkezucker- und Syrupfabrikation ꝛc. wird solche Naßstärke direkt in den Handel gebracht.

Das Entwässern und Trocknen der Stärke.

Zum Entwässern der Stärke als Vorbereitung für das Trocknen derselben bei höherer Temperatur werden gegenwärtig fast ausschließlich Zentrifugen verwendet. Höchstens in kleinen älteren Fabriken, welche nicht über genügende Maschinenkraft verfügen, wird in der Weise verfahren, daß man die grüne Stärke mit trockener Stärke mischt und darauf von neuem trocknet.

Die **Zentrifuge** besteht im wesentlichen aus einer zylindrischen oben offenen, unten geschlossenen Trommel aus bestem Stahlblech, welche auf einer vertikalen Spindel sitzend, in sehr rasche Rotation versetzt wird. Die Lauftrommel ist mit dem Bewegungsmechanismus von einem Gehäuse umgeben, welches in seinem oberen Teile als Trommelmantel bezeichnet wird, und gegen den unteren Teil durch einen Boden abgeschlossen ist.

Die Wandungen der Lauftrommel sind entweder massiv gehalten oder mit Bohrungen versehen. Ersteres ist bei den Raffinier- oder Rohstärkezentrifugen, letzteres bei den Entwässerungszentrifugen der Fall. In der Kartoffelstärkefabrikation wird nur die Entwässerungszentrifuge angewendet, während für die Weizen-, Mais- und Reisstärkefabrikation auch die Raffinierzentrifugen in Betracht kommen.

Die Entwässerung der Stärke in der Zentrifuge vollzieht sich in der Weise, daß die in die rotierende Lauftrommel eintretende Stärkemilch durch die Wirkung der Zentrifugalkraft gegen die Wandung geschleudert wird, an welcher sich die Stärke in Form eines allmählich dicker werdenden Ringes absetzt, während das Wasser aus der Stärke heraus und durch die Sieböffnungen hindurchgepreßt wird, um sich in dem Raume zwischen der Lauftrommel und Trommelmantel zu sammeln, von wo es abläuft. Um zu verhindern, daß dabei Stärke mitgerissen wird, kleidet man die Trommel mit Messingdrahtnetz und mit Barchent aus.

Die Wirkung der Zentrifugalkraft äußert sich selbstverständlich nicht nur auf den Inhalt der Trommel, sondern auch auf die Trommel selbst, und zwar wächst der auf die Trommelwandung ausgeübte Druck mit dem Durchmesser der Umdrehungszahl und der Belastung der Trommel.

Um zu verhüten, daß die Trommel durch die Zentrifugalkraft zertrümmert werde, hat man diese Verhältnisse sorgfältig zu berücksichtigen, und namentlich eine Ueberladung zu vermeiden; abgesehen davon, daß die Trommel selbst aus entsprechend widerstandsfähigem Material, nämlich aus bestem Stahlblech hergestellt sein muß.

Für den ruhigen und sicheren Gang der Zentrifuge ist ferner von Wichtigkeit die Konstruktion der Spindel und deren Lagerung.

Man unterscheidet in dieser Beziehung wesentlich zwei Systeme, nämlich Zentrifugen mit beweglicher Spindel oder Pufferzentrifugen und solche mit fester Spindel.

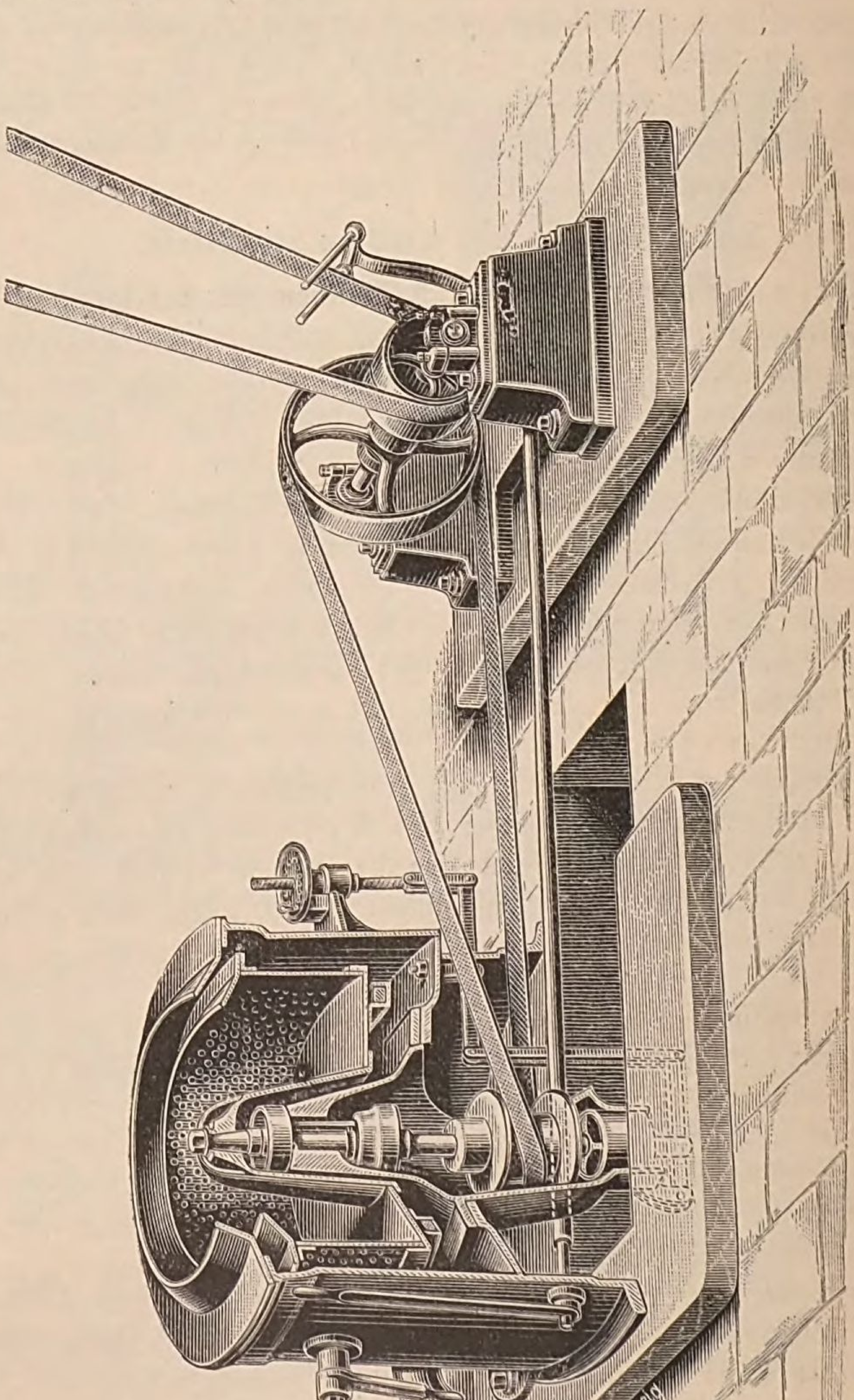


Fig. 102. Zentrifuge von C. Rudolph & Co. (Neustadt-Magdeburg).

Das erstere System rührt von A. Fesca her, welcher sich um den Bau und die Verwendbarkeit der Zentrifugen für die Stärke- und Zuckerfabrikation hervor-

ragende Verdienste erworben. Die Beweglichkeit der Spindel wird dabei dadurch erreicht, daß man den unteren Teil in einem Kugelspurlager ruhen läßt, während das obere Halslager zwischen einem System von Gummipuffern aufgehängt ist. Die Gummipuffer gestatten einerseits eine gewisse Ausweichung der Spindel aus

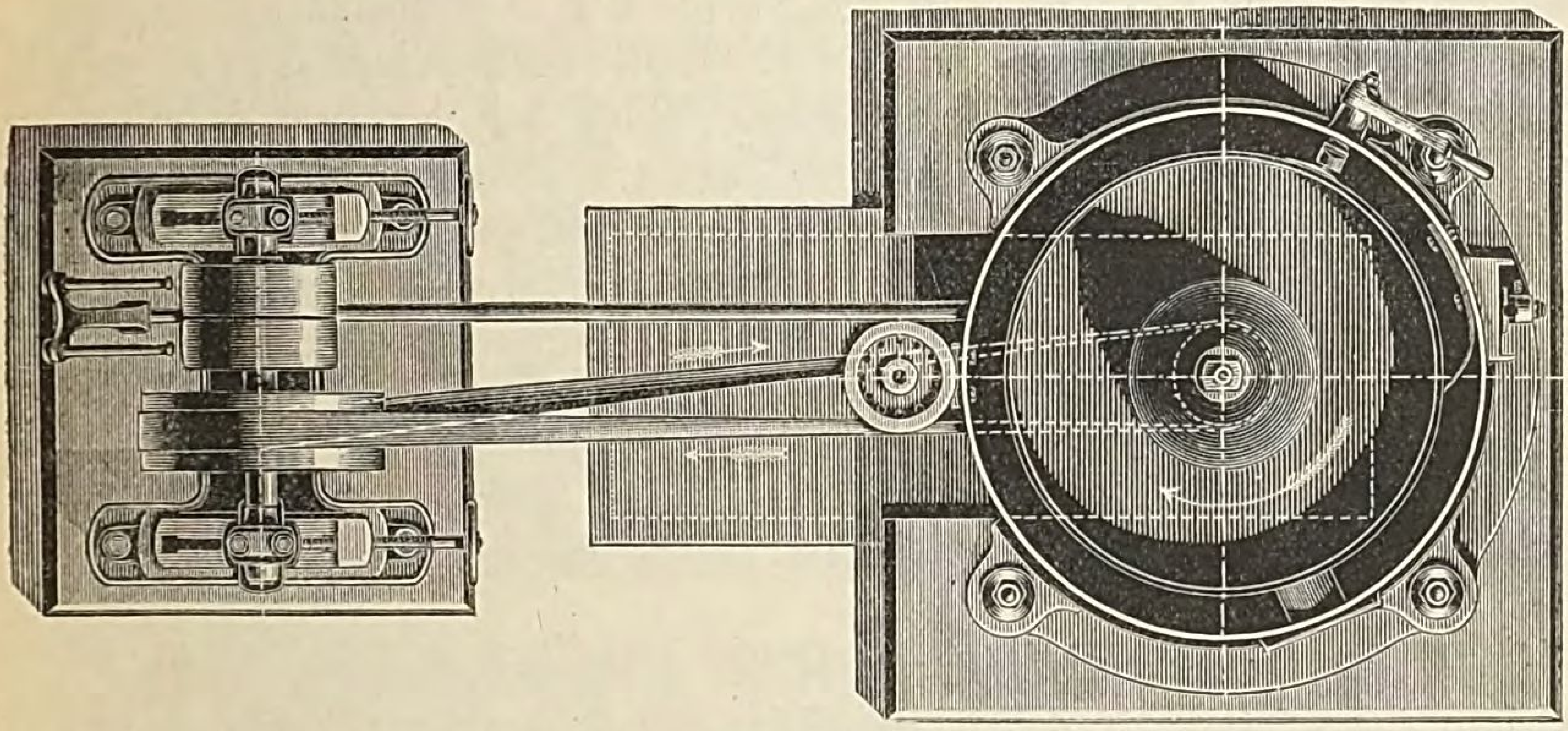


Fig. 103. Centrifuge von C. Rudolph & Co. (Neustadt-Magdeburg).

der vertikalen Lage, andererseits bewirken sie durch ihre Elastizität, daß die Spindel alsbald in die normale Lage wieder zurückkehrt. Da die Puffer so die unvermeidlichen Erschütterungen aufnehmen, so ist bei dieser Art von Zentrifugen eine besonders feste Fundamentierung nicht erforderlich, so daß sie ebenso gut in der ersten Etage der Fabrik, wie im Erdgeschoß aufgestellt werden kann.

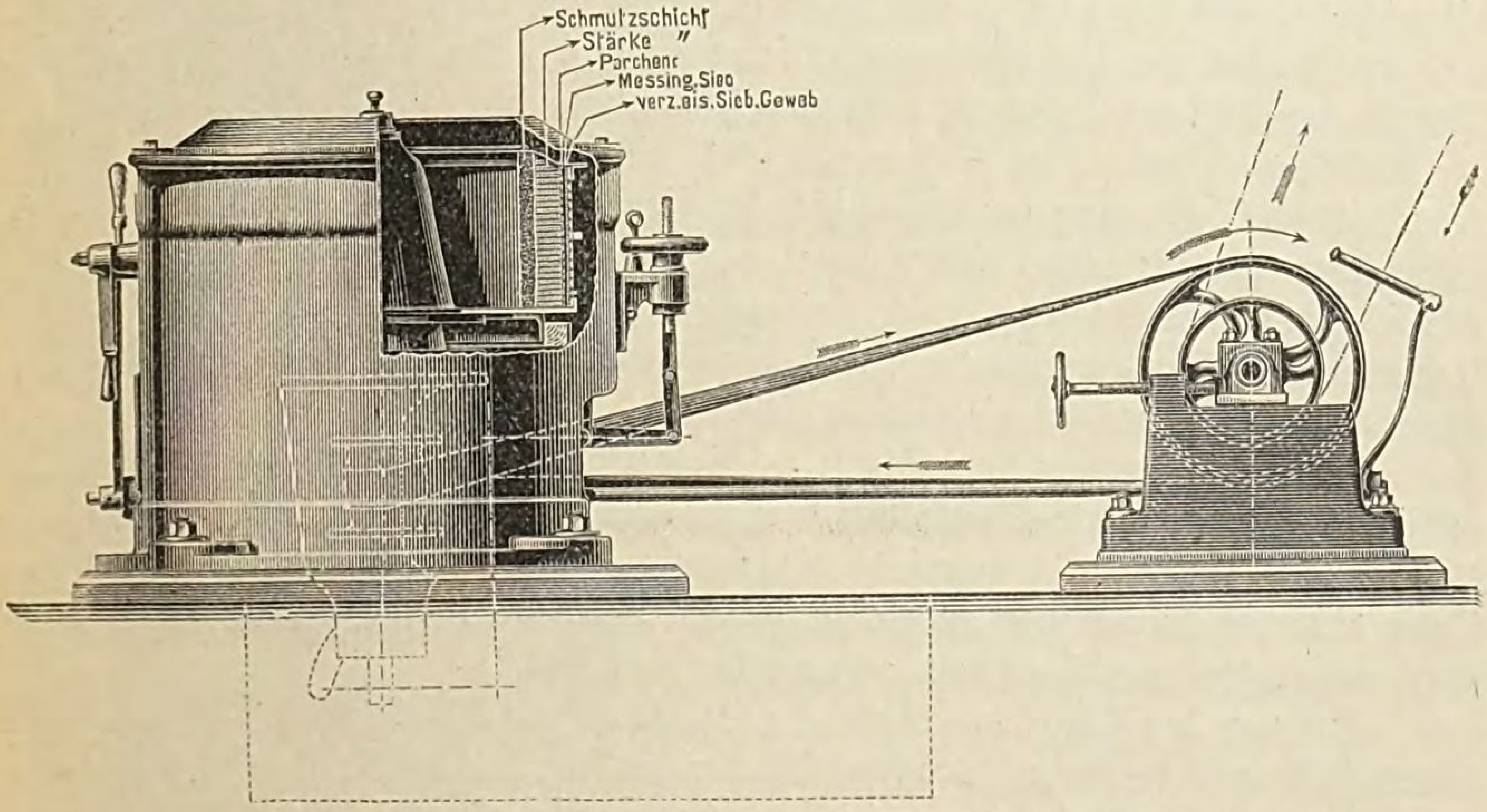


Fig. 104. Centrifuge von C. Rudolph & Co. (Neustadt-Magdeburg).

Leistungsfähiger als dieses ist das sogenannte englische System der Zentrifugen mit fester Spindel. Das Halslager ist hierbei fest mit dem eisernen Untergestell verbunden. Die Erschütterungen werden daher auf dieses übertragen,

weshalb diese Zentrifugen nur mit einem festen Fundament versehen im Erdgeschoß der Fabrik aufgestellt werden können.

Eine derartige Konstruktion, welche durch große Leistungsfähigkeit und sehr ruhigen Gang ausgezeichnet ist, stellt die in den Figuren 102, 103, 104 abgebildete Zentrifuge der Maschinenfabrik C. Rudolph & Co. in Neustadt-Magdeburg dar.

Fig. 102 gestattet einen Einblick in die Konstruktion der Spindel und deren Lagerung. Mittels einer Stellvorrichtung, welche auf der dem Vorgelege zugekehrten Seite der Abbildung sichtbar ist, kann das obere konische Lager der Spindel bei etwaiger Abnutzung stets wieder eingestellt werden. Auf der anderen Seite der Zentrifuge nimmt man am Gehäuse zwei Hebelarme wahr, der längere von diesen dient zum Ausrücken der Riemenscheibe, der kürzere setzt die Bremsvorrichtung in Thätigkeit. Letztere wirkt, ohne die Welle in Anspruch zu nehmen, direkt auf die Trommel, wodurch ein schnelles und kräftiges Bremsen erzielt wird.

Fig. 103 zeigt den Apparat in der Ansicht von oben.

Fig. 104 endlich stellt die Zentrifuge nach beendetem Schleudern mit Stärke gefüllt dar.

Für Stärkefabriken wird die Rudolphsche Zentrifuge in vier Größen gebaut mit einem Durchmesser der Schleudertrommel von 800, 850, 900 und 1000 mm, für eine Tourenzahl von 1100, 1050, 1020 und 950 Umdrehungen in der Minute und eine Füllung von 75, 90, 130 und 210 kg. Der Kraftverbrauch beträgt 2 bis 3,5 Pferdestärken.

Die Rudolphsche Zentrifuge gestattet ohne weiteres das Füllen der Trommel im Stillstand. Letzteres hat gegenüber dem Füllen der Trommel in Bewegung den Vorteil, daß nachher beim Schleudern eine vollkommenere Trennung der Schlammstärke und des Schmutzes von der Stärke stattfindet. Entsprechend ihrem geringeren spezifischen Gewichte lagern sich nämlich jene Schmutzteilchen als dünne Schicht auf der Stärke ab, und können vor dem Entleeren entfernt werden. So übt die Zentrifuge nicht nur eine entwässernde, sondern auch eine sehr erwünschte raffinierende Wirkung auf die Stärkemilch aus. Das Schleudern selbst nimmt ungefähr fünf Minuten in Anspruch. Nach Entfernung der Schmutzschicht wird die Stärke ausgestochen und durch einen Transporteur dem Trockenraume zugeführt. Saare empfiehlt Holzrinnen mit hölzernen Schnecken. Die Elevatoren von der Schnecke zum Trockenraum sind am besten Gurten-Elevatoren mit Weißblechbechern und müssen umkleidet sein, damit kein Staub ꝛc. auf die Stärke fällt.

Für die Erzeugung von Stärke in Pulverform (Kartoffelmehl) ist es zweckmäßig, die zentrifugierte Stärke vor dem Trocknen zu zerkleinern, um einerseits die Trocknung zu befördern, andererseits die Graupen- und Griesbildung zu vermindern. Unter anderem benutzt man zu diesem Zwecke Bürstenbottichsiebe, welche mit einem Kupferblechboden von 5—6 mm Lochung versehen sind.*)

Die von der Zentrifuge kommende Stärke enthält 36—38 pCt. Wasser. Durch das nun sich anschließende **Trocknen** soll der Wassergehalt möglichst nahe auf 20 pCt. erniedrigt werden. Primaware darf usancemäßig einen Gehalt von 20 pCt. Wasser nicht übersteigen, bis zu 21 pCt. ist sie gegen Vergütung des Ueberschusses noch lieferbar, über 21 pCt. hinaus nicht mehr. Aber auch ein zu starkes

---

*) Vgl. Zeitschrift für Spiritusindustrie 1888 S. 325.

Trocknen auf weniger als 20 pCt. kann zu erheblichen Verlusten führen, wie die nachfolgende Rechnung zeigt.

Eine Fabrik, welche täglich 100 Zentner Stärke produziert, verliert bei einem Wassergehalt der Stärke von 18 pCt. täglich 2 Ztr. zu 12 ℳ = 24 ℳ
16 „ „ 4 „ „ 12 „ = 48 „
14 „ „ 6 „ „ 12 „ = 72 „
also in der Kampagne zu 150 Tagen 3600 bezw. 7200 und 10800 ℳ (Saare).

Beim Trocknen der Stärke ist ferner darauf zu achten, daß dieselbe nicht verkleistere, und dadurch an ihrem guten Aussehen Schaden leide. Saare beobachtete, daß unter ungünstigen Verhältnissen ein Verkleistern der Stärke schon unter 36° R. eintrat. Er empfiehlt daher beim Trocknen eine Temperatur von nicht mehr als 25° R. in der Stärke einzuhalten. Damit aber das Trocknen bei zu dieser niedrigen Temperatur mit genügender Intensität vor sich gehen kann, ist eine gute Zuführung von trockener Luft, gute Ventilation im Trockenraume erforderlich. Unterstützt wird das Trocknen noch wesentlich durch Bewegung der Stärke. Wenn es sich jedoch darum handelt, die Stärke in größeren Stücken zu gewinnen, ist eine Bewegung ausgeschlossen.

Das Trocknen der Stärke wird in verschiedenen Fabriken auf verschiedene Weise ausgeübt, je nach dem Produkte, welches man zu erzielen wünscht.

Das älteste und am meisten verbreitete Verfahren ist das der **Hordentrocknung.** Die Horden bestehen aus viereckigen Holzrahmen — 1 m lang ½ m breit, — welche auf der unteren Seite mit Sacktuch überspannt sind. Jede solche Horde liefert je nach der Güte der Ventilation 3—6 Pfd. fertige Stärke. Die Horden ruhen auf zweckmäßig angeordneten Gestellen, welche leicht zugänglich sein müssen, in mehreren Reihen (bis zu 24) übereinander. Der Abstand der einzelnen Reihen von einander beträgt etwa 15 cm. Die sämtlichen Horden sind entweder in einer oder in zwei großen Trockenstuben, welche über den Fabriksräumen sich befinden, untergebracht oder in einzelnen Kammern, von denen jede nur dazu bestimmt ist, die in einer ganzen oder halben Tagesarbeit gewonnene Stärke aufzunehmen.

Die Trockenstuben werden durch Heizrohre aus Gußeisen oder Eisenblech mit dem Abdampf der Dampfmaschine geheizt. Doch sollte auch für die Zuführung von direktem Dampf für den Notfall gesorgt sein. Die Heizrohre werden entweder nur am Boden oder auch in der Mitte unter den Horden hingeführt. Die Ventilation muß eine kräftige und von allen Seiten gleichmäßige sein. Zu dem Behufe leitet man die Luft von Oeffnungen in der Wand am Boden der Stube durch viereckige Holzkasten, deren Deckelbrett gelocht ist, unter die Horden in der Weise, daß die einströmende Luft gegen die Heizröhren trifft und an diesen angewärmt wird. Zur Verstärkung der Ventilation bringt man vielfach viereckige Holzschlote an, welche ca. 30 cm im Quadrat Querschnitt und 2 m Höhe haben. Sollten diese zeitweise nicht genügen, so kann man sie zu guter Wirkung bringen, wenn man in die Schlote dünne Gasrohre mit Düsen einführt und durch dieselben direkten Dampf vom Kessel bläst. (Saare.)

Vielfach werden auch in größeren Stärkefabriken Ventilatoren gebraucht, welche in einem von Dampf umströmten Röhrensystem vorgewärmte trockene Luft in die Trockenstube drücken und Exhaustoren, welche die feuchte Luft durch einen an der

Decke des Raumes hinlaufenden Kanal absaugen. Dabei ist darauf zu achten, daß der Querschnitt des Absaugekanals größer ist als die Summe aller über den Horden liegenden Oeffnungen in demselben.

Eine zweckmäßige Einrichtung zur Vorwärmung einzudrückender Luft für kleinere Fabriken beschreibt Saare folgendermaßen: Am Boden des Trockenraumes ist ein Ventilator von 56 cm Durchmesser und 14 cm Breite angebracht. Derselbe macht 1000 Umgänge in der Minute, und drückt die Luft in die Trockenstube. Die Luft wird mittels eines Blechrohres angesaugt, welches in einen Trichter über dem Dome des Dampfkessels mündet, so daß sie hier vorgewärmt wird. Der Ventilator drückt die Luft durch am Boden des Hordenraumes liegende Blechrohre in denselben, und an der Decke zieht die feuchte Luft durch einen hölzernen mit Schiebern versehenen Kanal ab. Die Gefahr, daß die eingesaugte Luft Kohlenstäubchen vom Feuerungsraum mitnimmt, läßt sich leicht dadurch beseitigen, daß man den Ansaugetrichter mit einem Friesmantel umkleidet, oder sonst an einer Stelle des Saugrohres einen Friesfilter einschaltet.

Das Kammersystem ist dem der großen Trockenstuben in vieler Beziehung vorzuziehen. Die Schnelligkeit der Trocknung und der Verlauf derselben ist leichter zu regulieren, da die Stube geschlossen bleibt und nur durch ein Fenster die Temperatur von einem in dem Raume aufgehängten Thermometer abgelesen wird, und da ferner in demselben Raume nur immer Stärke von jederzeit gleichem Wassergehalte, nicht wie in den Trockenstuben feuchte und trockene durcheinander, sich befindet. Dazu kommt, daß die Manipulation für die Arbeiter gesünder ist, da sie nur den kalten und trocknen Raum zu beschicken haben, und während getrocknet wird, ihn nicht mehr betreten. Die warme Luft wird durch einen Ventilator zugeführt. Derselbe treibt die Außenluft in ein Rohr, welches sich in viele dünne Rohre teilt. Diese werden, in einem gemeinsamen Mantel liegend, vom Abdampfe umspült, und vereinigen sich wieder in ein Hauptrohr, aus welchem durch geschlitzte Standrohre und gelochte Kanäle die erwärmte Luft unter die Horden tritt.

Die **Kanaltrocknung** — zur Zeit in Deutschland noch wenig verbreitet — wird von dem Ingenieur Uhland-Leipzig-Gohlis empfohlen*). Bei diesem System sind einer oder mehrere tunnelartige Räume (Kanäle) vorhanden, in der Regel von 8—10 m Länge, 1 m Breite und 2 m Höhe. Jeder dieser Kanäle nimmt 6—8 fahrbare Trockengestelle auf, von welchen jedes einzelne 15—20 mit Stärke belegte Horden trägt. Die Trockenwagen laufen in den Kanälen auf Schienen. Die Kanäle werden entweder gemauert oder bei Dampfheizung aus Holz hergestellt. Durch einen Ventilator wird erwärmte Luft in den Kanal hineingedrückt. Bei sehr langen Kanälen empfiehlt es sich außerdem, die feuchte Luft durch einen Exhaustor abzusaugen. Die Bewegung der Luft findet in entgegengesetzter Richtung zu der der Wagen statt. Dadurch vermeidet man, daß feuchte Luft mit trockener oder nahezu trockener Stärke in Berührung kommt. Bei regelmäßigem Betriebe wird durchschnittlich jede Stunde ein Wagen mit trockener Stärke aus dem Kanal entfernt und auf der anderen Seite ein Wagen mit frischer feuchter Stärke eingeschoben. Hieraus ergiebt sich bei sechs Wagen eine Trockendauer von sechs Stunden.

---

*) Uhland, Mitteilungen für die gesamte Stärke-Industrie. 1890, 3,86.

Von den **mechanischen Vorrichtungen zum Trocknen** der Stärke ist am ältesten das sog. „Tuch ohne Ende". In einem derartigen Trockenapparat sind mehrere (15 bis 30) Tücher, welche über Rollen kreisen, über einander angeordnet. Die Stärke fällt von oben nach unten von einem Tuch auf das andere. Die Heizvorrichtung besteht aus Heiztaschen, in welche der Abdampf eintritt und welche zwischen den Tüchern regelmäßig verteilt sind und zwar so, daß sich unten mehr, oben weniger derselben befinden. Die Apparate sind gewöhnlich in einem besonderen Raume unter dem Dache aufgestellt, in welchem sich auf zwei Seiten Fenster be-

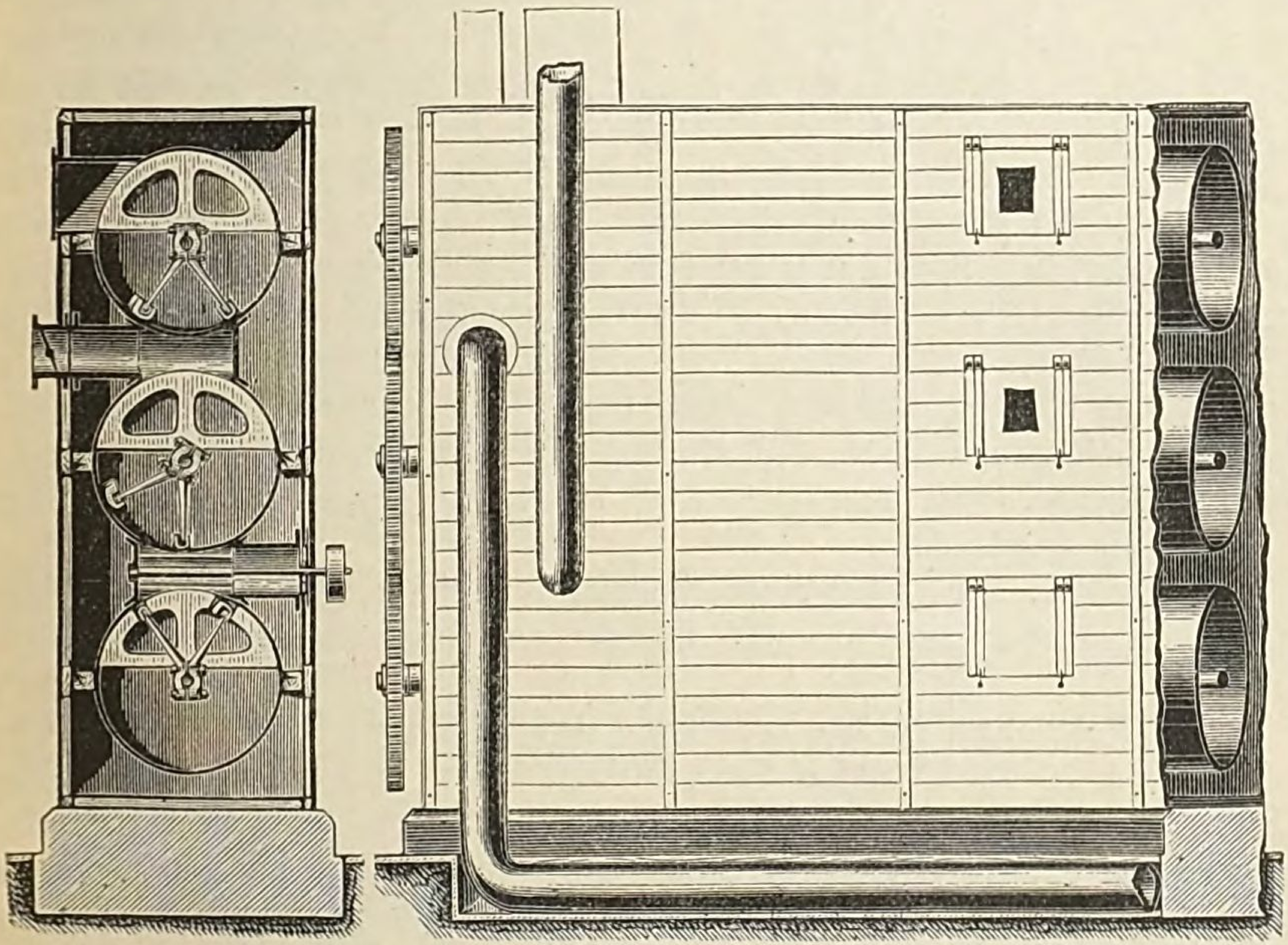


Fig. 105. Kontinuirlicher Stärketrocknungs-Apparat von H. Schmidt-Cüstrin.

finden. Je nachdem der Wind von der einen oder anderen Seite kommt, werden die Fenster geöffnet oder geschlossen. Der Luftzutritt und die Vorwärmung der Luft ist bei dieser Einrichtung eine mangelhafte. Die Temperaturen in der Stärke sind häufig zu hoch. Diesem Uebelstande ist dadurch abzuhelfen, daß man den Apparat vollständig mit einem Holzverschlag umgiebt und oben an der Stelle, wo die Stärke auf das erste Tuch fällt, durch einen Abzugskanal mit einem ganz einfachen, vierflügeligen Exhaustorrad die Luft absaugt. Saare, welcher ein in dieser Weise verbessertes Tuch ohne Ende geprüft, hebt als Vorzüge dieser Neuerung, welche sich leicht herstellen läßt, hervor:

1) Verringerung der Temperatur in der Stärke durch Verstärkung des darüber hinstreichenden Luftstromes und dadurch bedingte geringere Gries- und Graupenbildung, sowie Erhöhung des Lustres der Stärke,

2) Mehrleistung des Apparates an Gewicht,

3) Einschränkung des Verstäubens von Stärke.

Die Tücher ohne Ende wurden bisher von den großen Fabriken wegen ihrer großen Leistungsfähigkeit bei geringem Raumerfordernis den anderen Apparaten vorgezogen. Ein auf diesem Prinzip beruhender, sehr leistungsfähiger Apparat ist von W. Angele-Berlin konstruiert worden.

Der kontinuierliche Stärketrocknungs-Apparat von H. Schmidt-Cüstrin (Fig. 105) besteht aus drei eisernen Zylindern, in welchen sich Bürstenwerke zum Transport der Stärke bewegen. Die Zylinder sind von einem Blechmantel umgeben, welcher zum Schutze gegen äußere Abkühlung mit Holz verschalt ist. Durch einen Ventilator wird die Luft zunächst in ein System von eisernen Röhren getrieben, welche, in einem eisernen Zylinder eingedichtet, zur Erwärmung der Luft von Dampf umspült werden. Die erwärmte Luft wird durch ein Hauptrohr unter den Trockenapparat geleitet, umspült die einzelnen Zylinder und tritt mit der für feuchte Stärke passenden Temperatur in den oberen Zylinder ein, durchstreicht denselben der Länge nach und mündet in eine Staubkammer, in welcher sich die etwa mitgerissene Stärke ansammelt. Von der Hauptleitung zweigen sich noch zwei Luftröhren nach den beiden unteren Zylindern ab, aus welchen die austretende Luft ebenfalls nach dem Staubsammler geleitet wird. Zur Regulierung der Luftgeschwindigkeit sind am Hauptrohr vor dem Eintritt unter den Trockenapparat und an den beiden Nebenrohren vor dem Eintritt in die beiden unteren Zylinder stellbare Drosselklappen angebracht.

Die Stärke kommt bei diesem Apparat mit einem Wassergehalt von etwa 24 pCt. heraus und muß dann noch in besonderen Trockenkammern nachgetrocknet werden.

Der Fehrmannsche Apparat hat sich nach Saare besonders für mittlere Fabriken von 10 bis 20 Wispel Verarbeitung, sofern sie nur auf Kartoffelmehl arbeiten wollen, bewährt und ist ziemlich weit verbreitet. Er besteht aus einer Trommel, deren Welle mit acht eisernen Sprengbolzen versehen ist. An den beiden Enden der Welle sind auf eisernen Zapfen Scheiben geschraubt, in denen eine Anzahl Stäbe befestigt sind. Zur weiteren Befestigung der Stäbe dient eine Scheibe in der Mitte und Kränze, welche zwischen den einzelnen Stabreihen angebracht sind. Die zu trocknende Stärke wird durch den an dem einen Ende der Trommel unten befindlichen Einlauf eingeführt, von der äußersten Stabreihe in feinen Schichten erfaßt und mitgenommen. Auf der höchsten Stelle der Trommel fällt diese abgeschabte Stärke ab und von Stab zu Stab der inneren Stabreihen nach unten, von wo aus die Arbeit sich von neuem vollzieht. Durch die geneigte Lage der Trommel wird die Stärke nach dem anderen Ende geschoben, wo sie getrocknet und in der feinsten Zerteilung von den äußeren Stäben mittels auf denselben sitzenden schiefen Ebenen ausgeworfen wird. Die zum Trocknen der Stärke erforderliche Luft tritt aus dem Wärmeofen durch einen an der ganzen Trommel entlang laufenden Kanal ein, wird von den Stäben der Trommel, welche sich mit der Luftrichtung dreht, mit herumgenommen, um oben, ihrer Wärme beraubt, abzuziehen. Ueber dem Apparat ist ein gewelltes Friestuch angebracht, durch welches die Luft entweicht, während die Stärke an ihm hängen bleibt. Die Luft setzt darauf ihren Weg durch einen Schlot fort.

Bei einer Trommellänge von 4,5 m und einem Durchmesser von 2 m liefert der Apparat etwa vier Zentner Stärke pro Stunde. Bei größerer Länge des Apparates kann mit jedem Meter mehr auch etwa ein Zentner Stärke mehr pro Stunde getrocknet werden. (Saare.)

Die Kartoffelstärke kommt entweder in Stücken oder als feines Pulver (sog. Kartoffelmehl) in den Handel. Zur Herstellung von Stückenstärke eignen sich natürlich vorzugsweise nur jene Trocknungsmethoden, bei welchen die Stärke nicht bewegt wird, also die Horden- und Kanaltrocknung.

Zur Erzeugung von Kartoffelmehl müssen die größeren oder kleineren Klümpchen, welche durch Aneinanderhaften der Stärkekörnchen beim Trocknen entstehen, zerdrückt werden. Man bedient sich zu diesem Zwecke der Stärkemühlen großer Siebe mit Schlagflügeln und Bürsten oder der Kugelmühlen. Letzteren giebt Saare den Vorzug, da sie sehr viel ruhiger als erstere gehen, weniger Kraft brauchen und weniger Gries liefern. Die Kugelmühle von C. Jähne & Sohn-Landsberg a. W. besteht aus einer rotierenden, liegenden Blechtrommel mit schwacher Neigung nach der Auswurfseite von 2,5 m Länge und 0,5 m Durchmesser. Dieselbe ist durch Querwände in drei Abteilungen geteilt. Diese Querwände im Innern der Trommel und die Endwand sind mit länglichen Schlitzen, welche nach dem Ende der Trommel immer enger werden, versehen. In jeder der drei Abteilungen befinden sich 500 Kugeln von Weißbuchenholz. Die Stärke fällt durch eine Mittelöffnung in der Stirnwand in die erste Abteilung, wird hier durch die bei langsamer Umdrehung der Trommel rollenden Kugeln zerkleinert, bringt durch die Schlitze der Querwand in die zweite und ebenso in die dritte Abteilung, aus welcher sie durch die Schlitze der Endwand und ebensolche im Trommelmantel als Mehl austritt. Die ganze Trommel ist von einem Holzgehäuse umgeben, um ein Verstäuben der herausfallenden Stärke zu verhindern.

In der Regel wird man sich mit dem Mahlen der Stärke begnügen können. Um jedoch ganz feines Mehl zu erzielen, empfiehlt es sich, das Mehl von der Stärkemühle noch über eine Sichtmaschine gehen zu lassen. Abgesehen davon, daß man damit ein ganz feines, knötchenfreies Produkt erhält, wird bei kleinen Stärkefabriken, welche mangelhafte Raffiniervorrichtungen besitzen, noch eine, nicht unwesentliche Reinigung desselben erzielt. Als Sichtmaschinen dienen entweder einfache sechsseitige Sichtzylinder, wie sie auch in der Müllerei benutzt werden, oder sog. Zentrifugal-Sichtmaschinen, liegende Zylindersiebe mit einem Rührwerk im Innern, welches sich mit geringerer Geschwindigkeit dreht, als der Zylinder und in entgegengesetzter Richtung. Die Sichtmaschinen werden gewöhnlich mit Seidengaze Nr. 14—16 bespannt.

Mit dem Trocknen bezw. Mahlen und Sichten sind die Operationen der Kartoffelstärkefabrikation erschöpft. Die Stärke wird nun in geeigneten Magazinen aufbewahrt und in Säcken verpackt auf den Markt gebracht.

Fertige Stärke enthält zuweilen in Form von dunklen Pünktchen — Stippen genannt — gewisse Verunreinigungen, welche das Aussehen und damit den Handelswert der Stärke unter Umständen in hohem Grade beeinträchtigen können. Solche Stippen können aus Kohlenstäubchen, beim Trocknen gelb oder grau gewordenen

Faserteilchen, aus Sand, Pilzsporen, Algen aus dem Wasser u. dgl. bestehen. Finden sich in der Stärke Stippen vor, so hat man zunächst durch eine mikroskopische Untersuchung die Natur derselben festzustellen und danach die entsprechenden Maßnahmen zur Vermeidung derselben zu treffen, sei es dadurch, daß man den Zutritt von Kohlenstäubchen verhindert, oder sei es durch Verbesserung der Raffiniervorrichtungen oder durch Filtration des Wassers u. dgl. m.

Die Kartoffelstärke, welche im Handel in Form krümlicher Stücke (Stückenstärke) oder als weißes, seidenglänzendes Pulver (Kartoffelmehl) vorkommt, dient hauptsächlich zur Darstellung von Dextrin, festem Stärkezucker und Stärkezuckersyrup; ferner zum Stärken der Wäsche, zur Bereitung von Buchbinderkleister, zum Steifen des Papiers, in der Zeugdruckerei als Verdickungsmittel der Farben und Beizen, zur Appretur baumwollener Stoffe, zur Erzeugung von unechtem Sago.

Abfälle der Kartoffelstärkefabrikation. Als Abfälle ergeben sich die Pülpe, der Rückstand vom Auswaschen des Reibsels und das Waschwasser (Fruchtwasser).

Die Zusammensetzung der Pülpe ergiebt sich aus folgenden Zahlen (nach E. Wolff):

Wasser	Asche	Rohprotein	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfett
86,0	0,4	0,8	1,0	11,7	0,1

Als einzige dauernde Verwertung der Pülpe hat sich bisher die Verfütterung derselben bewährt.

Das Waschwasser enthält natürlich alle löslichen Bestandteile der Kartoffel. Nach einer Analyse von Märcker fanden sich in dem Abgangswasser einer Kartoffelstärkefabrik pro Liter

organische Stoffe
1134,2 mg,

organ. Stickstoff	Mineralstoffe	Kali	Phosphorsäure	Ammoniak	Salpetersäure
140,67 mg	723,8 mg	212,5 mg	56,6 mg	37,4 mg	3,8 mg

Am besten verwendet man das Fruchtwasser zur Berieselung und erzielt damit bei günstiger und zweckmäßiger Anlage der Rieselfelder nicht unbedeutende Vorteile.
Ueber die beste Art der Rieselanlage entscheiden die jeweiligen örtlichen Verhältnisse.
Als Rieselgras soll sich Timotheegras am besten eignen. (Saare.)

Die **Ausbeuteverhältnisse der Kartoffelstärkefabrikation** hat Saare (Zeitschrift für Spiritusindustrie 1890, S. 287) eingehend erörtert. Wir entnehmen den vortrefflichen Ausführungen folgendes:

I. Gesamtausbeute. Die Höhe der Ausbeute an Stärke aus einer gegebenen Menge Kartoffeln ist von sehr vielen Bedingungen abhängig, zunächst vom Stärkegehalte der Kartoffeln, dann von der Einrichtung der Fabrik und der Art des Betriebes. In Bezug auf den Stärkegehalt ist zu beachten, daß die Angaben der Kartoffelwage um 1,5 pCt. durchschnittlich zu hoch ausfallen. Der Stärkefabrikant wird daher gut thun, diese Zahl für Nichtstärke ein- für allemal von der Angabe der Kartoffelwage abzuziehen.

Der Hauptverlust der Stärkefabrikation fällt zweifellos auf die in der Pülpe

verbleibende Stärke, während der Verlust durch Fortschwimmen von Stärke bei einigermaßen zweckentsprechender Anlage der Fabrik nicht ins Gewicht fällt.

Die Stärkemenge nun, welche bei mehr oder weniger gutem Betriebe in der Pülpe verloren geht, läßt sich annähernd wie folgt berechnen:

Aus mehrfachen Versuchen ergab sich, daß der Fasergehalt der Kartoffeln mit geringen Schwankungen rund 1,5 pCt. beträgt.

Erfahrungsgemäß haben ferner die Pülpen in der wasserfreien Substanz

bei ausgezeichneter	Arbeit	50 pCt. Stärke,
„ guter	„	bis 60 „ „
„ mittlerer	„	„ 70 „ „
„ schlechter	„	„ 80 „ „

Bei Annahme von 1,5 pCt. Faser würden demnach entstehen:

aus 100 Pfd. Kartoffeln	wasserfreie Pülpe	enthaltend Stärke
bei ausgezeichneter Arbeit	3,00 Pfd.	1,5 Pfd.
„ guter „	3,75 „	2,25 „
„ mittlerer „	5,00 „	3,50 „
„ schlechter „	7,50 „	6,00 „

Die von der Angabe der Kartoffelwage vorweg abzuziehenden 1,5 pCt. zu der in der Pülpe enthaltenen Stärke hinzugerechnet ergeben sich 3—3,75—5 und 7,5 pCt., welche Zahlen je nach dem Betriebe von dem mittels der Kartoffelwage enthaltenen Stärkegehalt abzuziehen sind, um die Menge der zu gewinnenden Stärkeprozente zu erhalten. Es würden also z. B. von 20 pCt. Stärke an der Kartoffelwage gewinnbar sein 17 bezw. 16,25—15—12,5 pCt. (wasserfrei). Bei der Fabrikation von feuchter Stärke, welche mit rund 50 pCt. Wasser aus dem Bottich in den Sack gestochen wird, erhält man natürlich die doppelte Menge, also 34—32,5 bis 30—25 Pfd. feuchter Stärke von 100 Pfd. Kartoffeln.

Saare hat nun mit Zugrundelegung der angegebenen Verluste folgende Tabellen für die Ausbeute an feuchter (50 pCt. Wasser) und trockener (20 pCt. Wasser enthaltender) Stärke (Prima-, Sekunda-, Tertia-Schlammstärke zusammen) berechnet:

1 Wispel (= 25 Ztr.) Kartoffeln giebt:

Angabe der Kartoffelwage	bei ausgezeichneter Arbeit		bei guter Arbeit		bei mittlerer Arbeit		bei schlechter Arbeit	
	feuchte Stärke	trockene Stärke	feuchte Stärke	trockene Stärke	feuchte Stärke	trockene Stärke	feuchte Stärke	trockene Stärke
pCt.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.
24	10,5	6,3	10,1	6,1	9,5	5,7	8,2	4,9
22	9,5	5,7	9,1	5,5	8,5	5,1	7,2	4,3
20	8,5	5,1	8,1	4,9	7,5	4,5	6,2	3,7
18	7,5	4,5	7,1	4,3	6,5	3,9	5,2	3,1
16	6,5	3,9	6,1	3,7	5,5	3,3	4,2	2,5
14	5,5	3,3	5,1	3,1	4,5	2,7	3,2	1,9
12	4,5	2,7	4,1	2,5	3,5	2,1	2,2	1,3

Zur Herstellung von 1 Ztr. Stärke sind erforderlich Zentner Kartoffeln:

Angabe der Kartoffelwage	bei ausgezeichneter Arbeit		bei guter Arbeit		bei mittlerer Arbeit		bei schlechter Arbeit	
	feuchte Stärke	trockene Stärke	feuchte Stärke	trockene Stärke	feuchte Stärke	trockene Stärke	feuchte Stärke	trockene Stärke
pCt.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.
24	2,4	4,0	2,5	4,1	2,6	4,4	3,0	5,0
22	2,6	4,4	2,7	4,6	2,9	4,9	3,5	5,7
20	2,9	4,9	3,1	5,1	3,3	5,5	4,0	6,6
18	3,3	5,5	3,5	5,8	3,8	6,4	4,8	7,9
16	3,8	6,4	4,1	6,7	4,6	7,6	5,9	9,8
14	4,6	7,6	4,9	8,0	5,5	9,3	7,7	12,8
12	5,5	9,3	6,0	10,1	7,1	11,9	11,1	18,5

Durch Beispiele aus der Praxis hat Saare gezeigt, daß die Angaben dieser Tabellen den praktischen Verhältnissen in der That sehr nahe kommen.

Bei der Verarbeitung fauler und kranker Kartoffeln ist eine Berechnung der zu erwartenden Ausbeute nicht möglich. Nur durch langjährige praktische Erfahrung wird es in solchem Falle gelingen, die Ausbeute einigermaßen abzuschätzen.

II. Ausbeute von trockener Kartoffelstärke und Kartoffelmehl aus feuchter Stärke. Die Ausbeute an trockener Stärke aus der feuchten ist abhängig einmal von dem Wassergehalte der zur Verarbeitung gelangenden feuchten Stärke, dann von dem Wassergehalte der erzielten trockenen Stärke und endlich von den etwaigen Verlusten beim Trocknen (Verstäuben, Griesbildung 2c.). Läßt man die Verluste, welche bei gutem Betriebe nur sehr geringe sind, unberücksichtigt, so kann man für die mögliche Ausbeute an trockener Stärke aus der feuchten folgende Tabelle aufstellen:

100 Zentner feuchter Stärke geben Zentner trockener Stärke:

bei einem Wassergehalt der feuchten Stärke von	bei einem Wassergehalt der trockenen Stärke von						
pCt.	20 pCt.	19 pCt.	18 pCt.	17 pCt.	16 pCt.	15 pCt.	14 pCt.
55	56,2	55,5	54,8	54,2	53,6	52,9	52,3
54	57,5	56,9	56,1	55,4	54,8	54,1	53,5
53	58,7	58,0	57,3	56,6	56,0	55,3	54,6
52	60,0	59,2	58,5	57,8	57,1	56,5	55,8
51	61,2	60,5	59,7	59,0	58,2	57,6	57,0
50	62,5	61,7	61,0	60,2	59,5	58,8	58,1
49	63,7	62,9	62,2	61,4	60,7	60,0	59,3
48	64,9	64,2	63,4	62,6	61,9	61,2	60,5
47	66,1	65,4	64,7	63,8	63,1	62,3	61,6
46	67,4	66,6	65,8	65,1	64,2	63,5	62,8
45	68,6	67,9	67,1	66,2	65,3	64,7	63,7

Im allgemeinen rechnet man unter normalen Verhältnissen bei guter Arbeit, daß man aus 100 Zentner feuchter Stärke 60 Zentner handelstrockener Ware erhält.

III. Das Verhältnis von Prima-, Sekunda-, Tertiaware und Schlamm. Das Verhältnis von Primaware und Nachprodukten läßt sich in einer

gewissen Allgemeinheit noch schwieriger darstellen, als die Gesamtausbeute. Es unterliegt dieses Verhältnis je nach der Beschaffenheit der Kartoffel und der Betriebsweise erheblichen Schwankungen. Nach Mitteilungen aus der Praxis betrug die Menge der zweiten und Restprodukte = $^1/_5$, $^1/_6$, $^1/_8$, $^1/_{13}$, $^1/_{14}$ der Gesamtausbeute, so daß man nach Saare die Menge der Nachprodukte durchschnittlich zu $^1/_7$ der Gesamtproduktion annehmen kann.

IV. Die Produktionsunkosten. Sowohl die Produktionsunkosten für 1 Zentner Kartoffelstärke als auch die Unkosten für Verarbeitung einer bestimmten Kartoffelmenge lassen sich der zahlreichen Faktoren wegen, welche darauf einwirken und erhebliche Schwankungen hervorrufen, im allgemeinen mit einiger Sicherheit kaum angeben.

Saare teilt einige Angaben aus der Praxis mit, wonach die Verarbeitungskosten für 1 Wispel (= 25 Ztr.) Kartoffeln

in Naßstärkefabriken	6,25— 7,50 M.,
„ Trockenstärkefabriken	6,00—10,00 „

betragen, wobei meist die Amortisation mit einbegriffen ist.

Selbstverständlich haben alle hier angeführten Zahlen nur einen bedingungsweisen Wert, da es nicht möglich ist, alle Umstände des einzelnen Falles zu berücksichtigen. Immerhin bieten dieselben einigen Anhalt, um daraus für den Einzelfall die nötigen Schlußfolgerungen zu ziehen.

Beschreibung einer Stärkefabrikanlage

zur täglichen Verarbeitung von 250 000 kg Kartoffeln bei Tag- und Nachtbetrieb, erbaut von W. Angele, Spezial-Ingenieur für Stärkefabrikation in Berlin.

Die in umstehenden Figuren 106, 107, 108, 109 ersichtliche Anlage besteht aus folgenden Abteilungen:

A. Wäscheraum.
B. Reibe- und Siebstation.
C. Bassins und Bottichraum.
D. Zentrifugenstation.
E. Schlämmerei.
F. Pumpenstation.
G. Kesselhaus.
H. Maschinenraum.
I. Werkstätte.
K. Pülpentrocknerei.
L. Comtoir.
M. Trockenstuben.
N. Trocken-Apparatraum.
O. Mischkammer.
P. Müllerei.
Q. Retortenhaus.
R. Schornstein.

Kartoffelkeller, Lagerhaus und Vorfilterstation sind etwas von der Fabrik abgelegen und daher auf dem Plane nicht ersichtlich.

Die Anlage wurde 1890 in Bentschen gebaut und 1891 vergrößert. Es arbeiten jetzt vier Dampfkessel mit einer Gesamtfläche von 300 Quadratmeter; vier Dampfmaschinen mit zusammen 200 P.S.; zwei Dampfpumpen, ein Balanzierpumpwerk und ein Pulsometer. Die Gesamtleistung der Wasserbeförderung ist sechs Kubikmeter pro Minute. Gebraucht werden zwei Kubikmeter für die Kartoffelschwemme und -Wäsche und zwei Kubikmeter für den übrigen Betrieb; letzteres Wasser wird filtriert durch sechs Filtrier-Apparate von Piefke-Berlin. Das

Fig. 106. Anlage einer Kartoffelstärkefabrik. Grundriß.

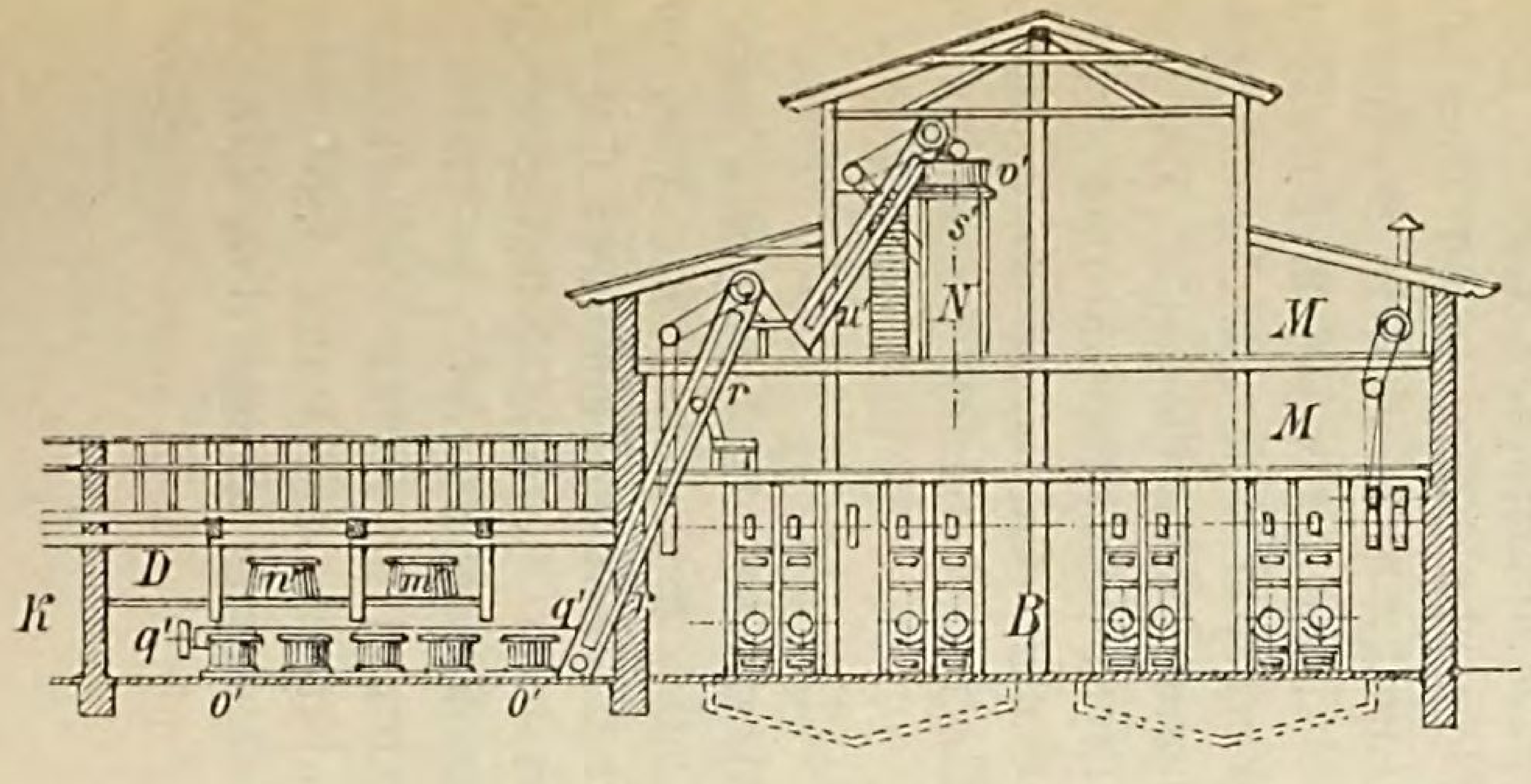


Fig. 107. Anlage einer Kartoffelstärkefabrik. Querschnitt A B.

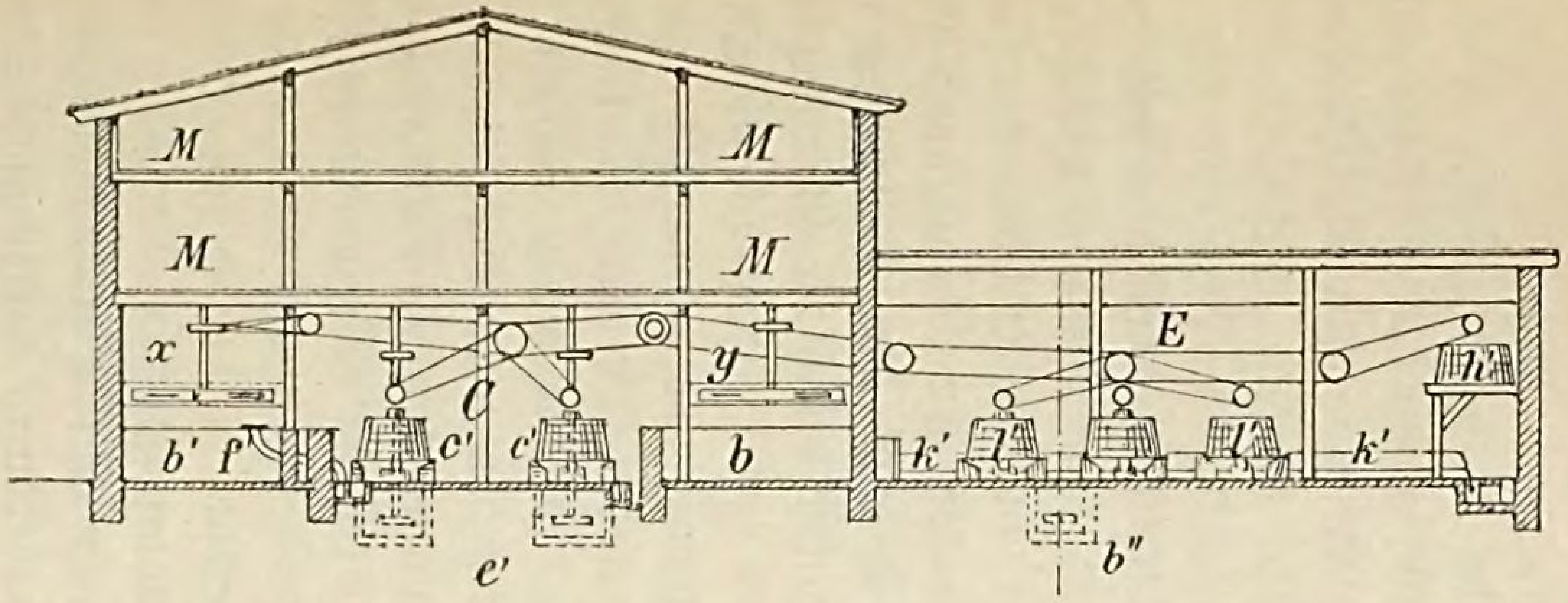


Fig. 108. Anlage einer Kartoffelstärkefabrik. Querschnitt C D.

Fig. 109. Anlage einer Kartoffelstärkefabrik. Längenschnitt E F.

Wasser wird durch drei Heberleitungen 200 Meter von der Obra nach einer Cysterne an der Fabrik befördert. Aus der Cysterne saugen die Pumpwerke das Wasser. Das ganze Etablissement ist mit vier Bogen- und 280 Glühlampen elektrisch beleuchtet.

Gang der Fabrikation. Aus dem Kartoffelkeller, welcher mit der Fabrik durch den Tunnel a verbunden ist, gelangen die Kartoffeln durch Schwemmrinnen, wie sie in den Rübenzuckerfabriken üblich sind, in den Wäscheraum der Fabrik (Fig. 106 A). Die Schwemmrinne b führt die Kartoffeln dem Hubrade c zu, welches dieselbe auf die Schurre d hebt, von wo aus sie nach den Wäschen e und f gelangen. Von dem Einlaufe g werden die Kartoffeln durch die schraubenförmig gestellten Rührarme der Wellen nach dem Auslaufe h fließendem Wasser entgegen befördert. Bei h fallen die gewaschenen Kartoffeln auf einen Elevator i, von welchem sie nach einer automatischen Wage k gebracht werden. Letztere markiert jedesmal genau eine Füllung von 750 kg. Die Waage entläßt die Kartoffeln in einen hölzernen Rumpf, welcher zwei Transportschnecken l und m speist. Diese fördern die Kartoffeln nach den zwei Reiben n (Sägeblattreiben mit 800 mm Trommeldurchmesser, 900 Touren pro Minute und einer Leistung von 60 Meterzentner Kartoffeln pro Stunde). Der Brei fließt in die vor jeder Reibe gemauerten Bassins, aus welchen zwei Reibselpumpen o (einfachwirkende Plungerpumpen mit Kugelventilen) den Brei nach der Siebstation p überpumpen.

Die Siebstation besteht aus vier Abteilungen mit je zwei Vorsieben q, zwei Auswaschapparaten r und zwei Raffiniersieben s. Durch Verteilungsschnecken wird der Brei auf die acht Stück Vorsiebe gleichmäßig verteilt, auf welchen die meiste Stärke ausgewaschen wird. Die Vorsiebe sind Schüttelsiebe (Siebfläche 1,6 Quadratmeter, perforiertes — 0,33 mm Lochung — Metallblech, 300 Touren pro Minute). Die ablaufende Stärkemilch gelangt auf die Raffiniersiebe (ebenfalls Schüttelsiebe), der Brei auf die Mahlgänge t (französische Mühlsteine von 1,25 m Durchmesser, 150 Touren). Von den Mahlgängen läuft der freie Brei in die Auswasch-Apparate (rotierende Siebzylinder, 4 m lang, Durchmesser 0,6 m, 18 Touren). Der ausgewaschene Brei fließt nach dem Pülpebassin, die Stärkemilch auf die Raffiniersiebe (Siebrahmen mit Seidengaze bespannt, 400 Touren). Die von den Raffiniersieben ablaufende Stärkemilch gelangt in das Stärkemilchbassin, der abgesonderte Schlamm in das Pülpebassin. Beide Bassins sind unter den beschriebenen Apparaten in der Erde angebracht. Die Pülpe wird mittels zweier Pumpen u nach der Pülpetrocknerei (Patent Büttner u. Meyer in Uerdingen a. Rh.) befördert.

Die Stärkemilch wird durch die zwei großen liegenden Pumpen v nach dem Verteilungsbottich w gepumpt und läuft von da entweder nach der Flutentafel x oder y. Letztere sind 72 m lang und 5 m breit. Es wird auf einer Tafel zwölf Stunden gearbeitet, während die andere entleert wird. Die Stärkemilch fließt bei z auf die Tafel, bei a' fließt das Wasser, nachdem sich die beste Stärke abgesetzt, nach den unter den Fluten befindlichen gemauerten Absatzbassins b', deren 16 von je 50,000 Liter Inhalt vorhanden sind. Das Wasser von den Fluten läuft nicht von einem Bassin in das andere, sondern es wird jedes einzeln mittels einer Verteilungsrinne gefüllt, so daß jedes Bassin ca. zehn Stunden zum Absetzen der Stärke in völliger Ruhe verbleibt.

Sind die Fluten gefüllt und ist das Wasser abgelaufen, so wird frisches Wasser zugelassen und die Stärke durch Rührvorrichtungen aufgequirlt. Darauf läßt man die Stärkemilch durch sechs Ventile nach einer Verteilungsrinne ab, welche dieselbe den Waschbottichen zuführt. Ueber jedem der 34 Waschbottiche c' ist in der Verteilungsrinne eine durch Holzstöpsel verschlossene Oeffnung angebracht, von welcher aus die Waschbottiche befüllt werden.

Die Waschbottiche sind aus Holz (Inhalt 5000 Liter, jeder Bottich ist mit einem Quirl, Schlammschieber und einem Ablaßhahn armiert). Um das Abschlämmen zu erleichtern, können die Waschbottiche gekippt werden. Jede Bottichfüllung wird zweimal gewaschen und abgeschlämmt. Darauf wird die gewaschene Stärke mit Wasser aufgerührt, und die Stärkemilch mittels der Pumpe d' nach dem Zentrifugenraum gepumpt.

Die Schlammstärke läuft durch Kanäle nach dem Schlammquirle e'. Die in den Bassins abgelagerte Stärke wird, nachdem das Wasser durch Schwimmer abgelassen ist, mit Spaten ausgestochen und ebenfalls nach den Schlammquirlen verbracht, um auf Sekundastärke verarbeitet zu werden. Von den drei Schlammquirlen wird die Stärkemilch durch die Pumpen g' nach dem Vorquirl h' in der Schlämmerei gepumpt, von welchem sie auf die Schlammsiebe (ebenfalls Schüttelsiebe) a'' gelangt. Der von den Sieben abgesonderte Schmutz wird nach außen gepumpt, um als Düngemittel verwendet zu werden. Die ablaufende Stärkemilch wird durch eine Pumpe i' nach den Schlammrinnen k' befördert, auf welchen sich die Stärke absetzt. Das abfließende Wasser, sowie alle übrigen stärkehaltigen Abwässer werden nach Außenbassins geleitet, in welchen der letzte Rest mitgeschwemmter Stärke sich ablagert. Die von den Schlammrinnen mit Spaten ausgestochene Stärke wird abermals gewaschen und die hierbei sich ergebende Schlammstärke von neuem auf die Schlammsiebe und Rinnen gebracht. (Schlammquirl b'', Schlammpumpen c''.)

In der Zentrifugenstation sind zwei Vorquirlbottiche m' (für die feine Stärke) und n' (für die zweite Sorte).

Zentrifugen (System Rudolph) sind sechs vorhanden: fünf für Hochprima-, eine für Sekundaware. Der feine Schlamm, welcher sich auf der Innenseite beim Zentrifugieren absetzt, wird abgeschabt, mit dem ausgeschleuderten Wasser in einem Bassin gesammelt, aufgerührt und mit der Pumpe p' nach der Schlämmerei gepumpt, um dort weiter verarbeitet zu werden.

Die entwässerte Stärke wird aus den Zentrifugen ausgestochen und von den Transportschnecken q' nach den Elevatoren r' befördert, welche die Stärke nach den Trockenräumen befördern.

Das Trocknen geschieht entweder auf dem Trockenapparate s' (Tuch ohne Ende, 19 Etagen, Leistung 20 Zentner pro Stunde, Bedienung 1 Mann)*) oder in den Trockenstuben. Der Apparat, wie die Trockenstuben werden nur mit Abdampf erwärmt. Für die Apparattrocknung kommt die Stärke mittels Transportschnecken t' und Elevatoren u' nach der Streumühle r', welche oben auf dem Apparat steht und die Stärke in einer ganz gleich dicken Schicht auf das oberste Tuch streut. Von dem obersten Tuch fällt die Stärke auf das zweite Tuch u. s. f., bis sie nach

*) Um das gleiche Quantum in den Trockenstuben zu trocknen, sind 30 Mädchen erforderlich.

50 Minuten trocken das unterste Tuch verläßt. Zwischen den Tüchern sind 80 Stück Wärmepfannen eingeschaltet.

Die getrocknete Stärke fällt vom Trockenapparate in eine Mischkammer, in welcher sie zur Abkühlung wiederholt umgeschaufelt wird. Wenn die Stärke nicht mehr gemahlen werden soll, kann sie nun gleich gesackt werden.

Die Stärke, welche gemahlen werden soll, wird einem Elevator w' aufgegeben, welcher dieselbe nach der Müllerei schafft. In der Müllerei sind zwei Bürstenmühlen x' und y', sowie zwei Sichtmaschinen z' und z'' aufgestellt. Von den beiden Sichtmaschinen fällt das Mehl direkt in Säcke. Der abgesonderte Gries wird wiederholt gemahlen und der am Schlusse der Kampagne sich ergebende Rest mit der in den Außenbassins abgelagerten Stärke auf Tertia-Stärke verarbeitet.

Weizenstärke-Fabrikation.

Zur Gewinnung der Weizenstärke dienen wesentlich zwei Verfahren:

1) das Hallesche oder Gärungsverfahren,
2) das Verfahren ohne Gärung.

Das erstere liefert neben der Stärke nur saure Kleberstärke, sogen. Schlichte und als Abfall sauren Kleber, der lediglich als Schweinefutter verwertbar ist, während man mit letzterem drei Handelsprodukte gewinnt, nämlich: reine Stärke, Kleberstärke und sog. süßen Kleber. Bei Verarbeitung von kleberreichem Weizen ist daher das Verfahren ohne Gärung entschieden vorzuziehen, aber auch sonst besitzt dasselbe manche Vorzüge vor der Halleschen Methode, unter welchen nicht zum mindesten die Vermeidung der übelriechenden Abwässer ins Gewicht fällt.

Das Gärungsverfahren.

Bei demselben kommen folgende Operationen in Betracht:

1) das Einquellen des Weizens,
2) das Zerquetschen desselben,
3) die Gärung der zerquetschten Masse,
4) die Gewinnung des Stärkemehles,
5) die Reinigung der Rohstärke,
6) das Trocknen der Stärke.

Durch das Einquellen bezweckt man, die Körner so zu erweichen, daß sie nachher leicht in einen Brei verwandelt werden können. Das Erweichen erfolgt zum Teil unter dem Einflusse fermentativer Prozesse, welche sich auf den Zutritt des Wassers hin im Innern des Kornes abspielen. Man wendet den Weizen in unzerkleinertem oder in zerkleinertem Zustande an. In letzterem Falle geht der Weichprozeß natürlich rascher vor sich. Der erforderliche Weichgrad ist erreicht, wenn das Korn sich zwischen den Fingern leicht zerdrücken läßt.

Man nimmt das Einquellen in hölzernen oder eisernen Bottichen oder in gemauerten und zementierten Cisternen vor, indem man den Weizen in die mit Wasser bereits beschickten Gefäße schüttet. Nach einigen Stunden werden

die oben schwimmenden tauben Körner und andere Unreinigkeiten entfernt. Das Weichwasser selbst, welches organische und anorganische lösliche Bestandteile des Weizens aufnimmt und dadurch für die Entwickelung von Fäulnisorganismen eine günstige Beschaffenheit annimmt, wird von Zeit zu Zeit gewechselt. Damit ist gleichzeitig eine gewisse Reinigung des Weizens von anhaftenden Schmutzteilchen verbunden. Die Weichdauer ist abhängig von der Beschaffenheit des Kornes, ferner von der Temperatur und Beschaffenheit des Wassers. Dünnhülsiger Weizen weicht rascher als dickhülsiger. In wärmerem und weichem Wasser ist die Weichdauer geringer als in kaltem und hartem. Im Sommer ist das Quellen meist schon in vier, im Winter erst nach zehn bis zwölf Tagen beendet. Ist der gewünschte Weichgrad erreicht, so wird das Wasser abgelassen und der Weizen nochmals mit Wasser nachgewaschen. Nachdem man darauf das Wasser gut abtropfen ließ, schreitet man zum Zerquetschen.

Durch das Zerquetschen sollen die Samenschalen geöffnet und die zartwandigen Zellen, in welchen das Stärkemehl abgelagert ist, zerrissen werden. Zu diesem Zwecke verwendet man gußeiserne Walzen, welche mit ungleicher Geschwindigkeit rotieren. Die eine dieser Walzen ist mit verstellbaren Lagern versehen, so daß dieselben je nach Bedarf in die gehörige Entfernung von einander gebracht werden können. Letztere muß so bemessen sein, daß kein Korn unzerquetscht hindurchgehen kann. Ueber den Walzen befindet sich ein Rumpf zur Aufnahme des Weizens. Dieser fällt durch einen Spalt auf dem Boden des Rumpfes auf eine kleinere Walze, welche für eine gleichmäßige Zuführung des Kornes zu den Quetschwalzen sorgt. An letzteren sind Abstreiflineale angebracht zur Entfernung der gequetschten Masse. Feingeriefte Walzen sollen bessere Wirkung erzielen als glatte.

Zur Gärung wird die zerquetschte Masse in große Bottiche oder Cisternen gebracht, in welchen sie mit Wasser zu einem dickflüssigen Brei verrührt wird. Durch Zusatz von etwas Sauerwasser von einer vorausgegangenen Operation wird die Gärung eingeleitet, deren Eintritt sich durch die Entwickelung von Gasblasen zu erkennen giebt. Zunächst tritt eine alkoholische Gärung auf, welche jedoch bald sauren Gärungen Platz macht, indem einerseits der gebildete Alkohol in Essigsäure verwandelt wird und andererseits lösliche Kohlenhydrate, in geringem Maße wohl auch durch die Einwirkung fermentativer Prozesse auf die Stärke entstanden, der Milch- und Buttersäuregärung anheimfallen. Sowohl durch die Einwirkung der entstandenen Säuren als auch durch fermentative, von Bakterien ausgehende Vorgänge wird der Kleber teils gelöst, teils derart verändert, daß er in den folgenden Operationen von der Stärke leichter entfernt werden kann. Dieses ist denn auch der Zweck der Gärung. Die Dauer derselben ist hauptsächlich von der Temperatur abhängig. Bei 15—20° C nimmt sie 10—14 Tage in Anspruch. Durch Zusatz von warmem Wasser kann sie beschleunigt werden.

Nach vollendeter Gärung muß die Masse gleich weiter verarbeitet werden. Läßt man sie länger stehen, so tritt faulige Gärung ein, wodurch einerseits die Stärke angegriffen wird, andererseits das zu erzielende Produkt an der Reinheit der Farbe Schaden leidet.

Die Gewinnung der Stärke erfolgt in der Weise, daß man das Sauerwasser soweit als möglich abfließen läßt und den Rückstand in einer Waschtrommel mit Wasser behandelt. Dieser Apparat besteht aus einer kupfernen Siebtrommel,

welche 1—1,3 m lang ist und einen Durchmesser von 1,3 m besitzt. Durch die Achse der Trommel geht ein mit zahlreichen Oeffnungen versehenes Wasserrohr, welches mit einem weiteren, perforierten Rohre umgeben ist. Letzteres hat den Zweck, zu verhindern, daß sich das Wasserrohr verstopfen kann. In der Trommelwandung befindet sich dicht schließend eine Thüre zum Beschicken und Entleeren des Apparates. Nachdem die Trommel etwa 5—7 hl der vergorenen Masse aufgenommen, wird sie unter dem Zuflusse von Wasser in langsame Drehung versetzt. Die Rohstärkemilch, welche die Siebwandungen durchdringt, gelangt in einen Kasten, aus welchem sie nach den Absatzbottichen abfließt. Der in der Trommel verbleibende Rückstand von Hülsen, Keimen und saurem Kleber wird als Schweinefutter verwendet.

In der Rohstärkemilch finden sich neben der Stärke Hülsenfragmente und Kleberflöckchen; ein Teil der Stärke ist mit dem Kleber zu sog. Kleberstärke innig vereinigt.

Die Reinigung der Rohstärkemilch nimmt man teils in Aufrührbottichen, teils mit Rinnenapparaten oder zweckmäßiger mittels der Rohstärkezentrifuge vor.

Bei der zuerst erwähnten Art der Verarbeitung läßt man die Rohstärkemilch zunächst über ein Schüttelsieb in den Absetz- oder Aufrührbottich laufen, welcher die gleiche Einrichtung wie für die Karloffelstärkefabrikation besitzt. Nach tüchtigem Durchrühren überläßt man die Masse 3—4 Tage der Ruhe. Nach Ablauf dieser Zeit hat sich die Stärke abgesetzt und die überstehende Flüssigkeit ist klar. Der Bodensatz bildet drei Schichten. Die unterste und mächtigste Schicht besteht aus fast reiner Stärke, die mittlere aus Kleberstärke und die oberste aus saurem Kleber und Hülsenfragmenten. Während die Stärkeschicht weiß und dicht ist, sind die beiden folgenden Schichten mehr oder weniger gelbbraun und locker. Man zieht nun die Hauptmenge des Wassers ab und rührt mit dem Rest den Kleber und die Kleberstärke auf, ohne jedoch die Stärke in Bewegung zu setzen. Darauf entfernt man die aufgerührte Masse durch ein Zapfloch und spült die Oberfläche der Stärke vorsichtig mit Wasser ab. Die Stärkeschicht wird nun von neuem mit Wasser aufgerührt und die Stärkemilch über ein feinmaschiges Sieb nach dem sog. Mehlbassin geleitet, einem in Zement gemauerten Absetzbottich, in welchem sich nach etwa 48 Stunden reine Stärke zu Boden setzt, während die Kleberstärke fast völlig suspendiert bleibt. Nur auf der Oberfläche der Stärke setzt sich noch eine gefärbte Schicht ab, welche nach dem Ablassen der Flüssigkeit abgeschabt wird. Die nunmehr zurückbleibende Stärke kann direkt entwässert und getrocknet werden. Eine weitere Reinigung dieser Stärke nimmt man absichtlich nicht vor, da ein geringer Gehalt an Kleber für die Erzeugung von Stengel- oder Strahlenstärke erwünscht ist.

Die mit dem Waschwasser ablaufende unreine Stärke, die Schabestärke u. s. w., werden auf dem Rinnenapparate oder mit der Rohstärke weiter verarbeitet. Das Schlämmen erfordert viel Zeit und Raum, weshalb diese Operation gegenwärtig fast allgemein durch das Schleudern ersetzt ist. Die Rohstärkezentrifuge, welche zuerst von Fesca angegeben wurde, unterscheidet sich von der zum Entwässern dienenden Stärkezentrifuge wesentlich dadurch, daß die Lauftrommel nicht aus Siebblech besteht, sondern massive Wandungen besitzt. Es wird also kein Wasser ausgeschleudert, sondern bei der Drehung der Trommel findet unter dem Einflusse der Zentrifugalkraft lediglich eine Sichtung des Trommelinhaltes nach dem spezifischen Gewichte der Bestandteile statt. Die reine Stärke mit dem höchsten

spezifischen Gewicht lagert sich zunächst der Wandung als Ring ab, darauf folgt die leichtere Kleberstärke, dann der Kleber, und die innerste Schicht bildet das Wasser. Letzteres läuft, wenn die Trommel zum Stehen gebracht ist, zusammen und wird durch eine verschließbare Oeffnung im Boden abgelassen. Die unreinen Schichten werden darauf abgenommen und zuletzt reine Stärke gewonnen.

Die Fesca'sche Rohstärkezentrifuge erfuhr mannigfache Verbesserungen durch E. Langen, ferner durch J. Ch. Müller und J. W. Decastro, welche durch ein an einem Ende halbkreisförmig gebogenes Rohr, den sogen. Ausräumer, das Wasser mit den darin suspendierten Kleberflöckchen regelmäßig in dem Maße aus der Trommel abführen, als die Stärkeschicht an Dicke zunimmt, wodurch letztere allmählich die Trommel der Zentrifuge anfüllt.

Das Entwässern der Stärke als Vorbereitung für das Trocknen geschieht entweder und zwar am rationellsten mittels Zentrifugen, wie in der Kartoffelstärkefabrikation, oder durch Abnutschen, indem man mit Hülfe einer Luftpumpe aus der feuchten Stärke das Wasser soweit entfernt, daß sie feste Klumpen bildet oder endlich, indem man die Stärke mit wasserentziehenden Mitteln behandelt. Als solche werden Gypsplatten oder poröse Ziegel angewendet, ferner trockene Schabestärke und selbst die hygroskopische Braunkohlenasche. In diesem Falle bedeckt man die Stärke in den Absatzbottichen mit reiner Sackleinwand und breitet auf derselben das wasseraufnehmende Material in einer Schicht halb so hoch wie die der Stärke selbst aus. Durch Kapillarwirkung wird das Wasser von der porösen Masse aufgesaugt, und nach etwa drei Stunden ist die Entwässerung weit genug vorgeschritten, daß die Stärke ausgestochen und dem eigentlichen Trocknen übergeben werden kann.

Die Weizenstärke kommt gewöhnlich in Form von unregelmäßigen Stücken, welche dem Zerbrücken einen gewissen Widerstand entgegensetzen, in den Handel. Auf die Bildung solcher Stücke ist beim Trocknen der Weizenstärke Bedacht zu nehmen. Als Bindemittel, welches die Stärkekörnchen zusammenhält, dient der Kleber, welchen man in geringer Menge beim Auswaschen in der Stärke zurückläßt. Je langsamer die Stärke trocknet, um so fester werden die Stücke.

Das Trocknen der Stärke nimmt man im Sommer auf einem luftigen Dachboden, im Winter in geheizten Trockenstuben vor, aber auch im ersten Falle trocknet man zuletzt die Stärke in Trockenstuben, deren Temperatur auf 30—75° C allmählich gesteigert wird. Die zentrifugierte Stärke wird in Kuchen, wie sie die Zentrifuge liefert, die auf andere Weise entwässerte Stärke in Ziegel geformt zum Trocknen gebracht. Wenn bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet wird, entwickeln sich, begünstigt durch den Klebergehalt der Stärke leicht Schimmelvegetationen auf der Oberfläche der Stücke. Es wird daher die äußere Schicht, wenn die Stärke genügend trocken geworden, abgeschabt. Die so erhaltene Schabestärke wird entweder getrocknet und dient dann zum Entwässern der grünen Stärke, oder sie wird der gärenden Masse zugesetzt, um mit dieser wieder weiter verarbeitet zu werden, oder sie wird als geringwertige Ware direkt in den Handel gebracht.

Um reinweiße Strahlenstärke herzustellen, welche besonders geschätzt ist, wird der Kleber fast völlig ausgewaschen. Als Bindemittel verwendet man dann eine farblose Dextrinlösung, mit welcher man die Stärke durchtränkt; ferner werden beim Trocknen die Stärkekuchen mit Papier umhüllt, um das Zerfallen der-

selben zu verhindern. Es bilden sich dann Sprünge, welche die Masse in die beliebten Strahlen zerteilen.

Zur Herstellung der Stengelstärke bedient man sich besonderer Formen.

Um die Weizenstärke in Form von Mehl (Puder) zu gewinnen, muß der Kleber völlig entfernt werden, zu welchem Behufe man dem letzten Waschwasser etwas Ammoniak zusetzt.

Die trockene Stärke wird nach der Farbe sortiert und als Prima-, Sekunda- rc. Stärke auf den Markt gebracht.

Von der Prima-Weizenstärke fordert man eine rein weiße Farbe. Man sucht daher einen schwach gelblichen Stich, welchen die Stärke beim Trocknen besonders durch die Entwicklung von Pilzen annimmt, durch Zusatz von Ultramarin oder Indigkarmin zu verdecken. Die Entwicklung von Pilzen, wodurch die Farbe hauptsächlich leidet, kann man indessen verhindern, wenn man dem Wasser beim letzten Aufschlämmen etwa $^1/_{100}$ pCt. Karbolsäure zusetzt.

Verfahren ohne Gärung.

a. **Verarbeitung von ungemahlenem Weizen** (elsässisches Verfahren). Die Operationen sind bei diesem Verfahren teilweise die gleichen, wie bei dem vorhergehend beschriebenen.

Das Einquellen und Zerquetschen des Weizens wird in der gleichen Weise vorgenommen, wie beim Gärungsverfahren.

An das Zerquetschen schließt sich dann das Auswaschen der Stärke an, welches jedoch wegen der zähen Beschaffenheit des Klebers mit weit größeren Schwierigkeiten verbunden ist, als bei jenem Verfahren und eine energische Bearbeitung der zerquetschten Masse erfordert. Es wurde früher in der Weise vorgegangen, daß letztere in Säcke gefüllt und unter Wasser mit den Füßen ausgetreten wurde. Man verfährt gegenwärtig noch nach dem gleichen Prinzipe, nur mit dem Unterschiede, daß man Auswaschapparate anwendet, bei welchen die Arbeit von Maschinen geleistet wird.

Ein derartiger Auswaschapparat besteht aus einem Troge, in welchem drei Walzen angebracht sind. Zwei derselben — an dem einen Ende des Troges über einander angeordnet — sind kanneliert und dienen als Quetschwalzen, die dritte am anderen Ende ist glatt und verstellbar. Die zerquetschte Masse wird in einen langen Sack aus Leinwand gebracht, dessen Enden übereinandergelegt und vernäht werden, so daß ein Band ohne Ende entsteht. Den Sack läßt man nun einerseits zwischen den kannelierten Walzen hindurchgehen, während er auf der anderen Seite durch die als Laufrolle dienende dritte Walze straffgehalten wird. Der Trog wird über den Sack hinaus mit Wasser gefüllt. Durch die Wirkung der Walzen wird das Stärkemehl aus der zerquetschten Masse herausgedrückt und durch die Sackleinwand in das umgebende Wasser ausgewaschen, welch' letzteres wiederholt erneuert wird, bis es sich nicht mehr trübt von ausgekneteter Stärke. Hülsen und Kleber bleiben im Sacke zurück. Der Sack wird entleert, umgekehrt und von neuem beschickt. Nach verhältnismäßig kurzem Gebrauch jedoch wird derselbe undurchlässig, indem er sich durch den Kleber verstopft. Man muß dann, um den Kleber aufzulösen, den Sack 12—24 Stunden in verdünntes Ammoniak legen. Nach gründlichem Waschen mit reinem Wasser kann er dann wieder in Gebrauch genommen werden.

Einen Auswaschapparat ohne die Anwendung eines Sackes beschreibt Schwackhöfer*). Dieser Apparat, welcher in der Oedenburger Weizenstärkefabrik in Gebrauch ist, besteht aus einem halbzylinderförmigen Eisentroge mit Siebboden und Rührwerk. An der Welle des letzteren sind leichtbewegliche Charnierflügel angebracht, welche die zerquetschte Masse unter Wasserzufluß bearbeiten. Die Stärkemilch fließt durch die Sieböffnungen ab, während das Gemenge von Kleber und Hülsen am Ende des Troges im ausgewaschenen Zustande ausfällt.

Die Gewinnung der Stärke aus der Rohstärkemilch, das Reinigen und Trocknen derselben wird wie beim Gärungsverfahren ausgeführt.

Neben der reinen Stärke erhält man graue Kleberstärke, welche man durch Zentrifugen oder durch Filterpressen entwässert, trocknet und zu Pulver mahlt. Dieses kommt mit einem Gehalt von 5—6 pCt. Kleber in den Handel.

Der Auswaschrückstand, bestehend aus Kleber und Hülsen wird gewöhnlich als Viehfutter verwendet. Häufig gewinnt man jedoch aus demselben auch den Kleber, welcher zur Bereitung von Nahrungsmitteln (Makkaroni, Vermicelli, Klebergraupen ꝛc.) und zu industriellen Zwecken Verwendung findet.

Zum Enthülsen des Klebers dienen rotierende Trommeln (Puddelfässer), deren Innenwand mit vorstehenden Spitzen besetzt ist, an welchen der Kleber hängen bleibt, während die Hülsen durch das eingespritzte Wasser fortgeführt werden.

Um den Kleber, welcher in feuchtem Zustande sehr bald der Zersetzung anheimfällt, zu konservieren, wird er in dünne Blätter ausgewalzt und getrocknet. Solche Blätter vom getrockneten Kleber kommen unter der Bezeichnung Lucin in den Handel und finden als Ersatz für Albumin in der Zeugdruckerei Verwendung.

b. **Verarbeitung von Weizenmehl.** Nach dem älteren Verfahren von Martin wird Weizenmehl mit 40 pCt. seines Gewichtes an Wasser zu einem steifen Teige angeknetet, welcher im Sommer 20—40 Minuten, im Winter $1^1/_2$ bis 2 Stunden liegen bleibt. Der Teig wird darauf in längliche Ballen von 1 kg geformt, welche in einem Auswaschapparate ausgeknetet werden, bis das Wasser nicht mehr milchig getrübt abläuft. Der in dem Apparate zurückbleibende Kleber wird durch Kneten von dem anhaftenden Wasser befreit und darauf getrocknet.

Die Gewinnung der Stärke aus der Rohstärkemilch geschieht, wie oben beschrieben.

Fesca modifizierte das Martin'sche Verfahren dahin, daß kein Teig bereitet, sondern das Mehl direkt in einem Mischapparat mit Wasser zu einem Brei gemischt wird, welcher in der Rohstärkezentrifuge geschleudert wird. Dabei bildet sich eine äußere Schicht von Rohstärke und eine innere von Kleberbrei (Kleber und Kleberstärke). Letztere wird entfernt, erstere mit Wasser angerührt und nochmals zentrifugiert und getrocknet.

Ueber die Ausbeute an Stärkemehl und Nebenprodukten bei den verschiedenen Verfahren werden von Fesca**) folgende Angaben gemacht:

---

*) Technologie der Wärme, des Wassers und der Kohlenhydrate. Wien 1883 Georg Paul Faesy.

**) Muspratt's Chemie. 3. Aufl. Bd. 6.

I. Verarbeitung von unzerkleinertem Weizen nach dem Gärungsverfahren:
Aus 100 kg Weizen wurden gewonnen:
58,9 kg lufttrockene Prima-Stärke,
5,6 „ „ Kleberstärke mit saurem Kleber gemengt,
11,5 „ Hülsen,
24,0 „ Verlust durch das Ablaufwasser.

II. Verarbeitung von unzerkleinertem Weizen ohne Gärung:
Aus 100 kg Weizen wurden erhalten:
54,2 kg lufttrockene Prima-Stärke,
0,7 „ „ Kleberstärke,
11,7 „ lufttrockenes Klebermehl,
17,8 „ lufttrockene Hülsen und Kleber,
1,3 „ „ Kleie,
14,3 „ „ Verlust durch das Ablaufwasser.

III. Verarbeitung von Mehl nach der Martin'schen Methode.
Aus 100 kg Weizenmehl wurde erhalten:
44,7 kg lufttrockene Prima-Stärke,
22,5 „ „ Kleberstärke,
13,3 „ lufttrockener Kleber,
19,5 „ Verlust durch das Ablaufwasser.

IV. Verarbeitung von Mehl nach der Fesca'schen Methode:
Aus 100 kg Weizenmehl wurde erhalten:
40,0 kg lufttrockene Prima-Stärke,
54,3 „ lufttrockenes Klebermehl (Kleber und Kleberstärke),
5,7 „ Verlust durch das Ablaufwasser.

Zusammensetzung der Nebenprodukte der verschiedenen Verfahren im lufttrockenen Zustande:

	Wasser	Stickstoffsubstanz	Stärke und anderweitige Stoffe
Kleberstärke (I) . . .	8,72 pCt.	26,19 pCt.	65,09 pCt.
Hülsen (I)	11,70 „	10,16 „	78,14 „
Kleberstärke (II) . . .	8,47 „	6,29 „	85,24 „
Klebermehl (II) . . .	9,14 „	38,33 „	52,53 „
Hülsen mit Kleber (II)	9,87 „	21,91 „	68,22 „
Kleie (II)	6,59 „	22,01 „	71,40 „
Kleberstärke (III) . .	9,78 „	4,57 „	85,65 „
Kleber (III)	7,95 „	81,69 „	10,36 „
Klebermehl (IV) . .	10,86 „	21,62 „	67,52 „

Die Weizenstärke kommt meist als sog. Stengel- oder Strahlenstärke in Form von Stücken, seltener in Pulverform in den Handel. Sie wird zum Stärken der Wäsche, zur Bereitung von Buchbinderkleister, zur Appretur aller Art Leinen- und Baumwollenstoffe, zum Steifen des Papierstoffes, zur Erzeugung von Gummisurrogaten verwendet. Stärkezucker wird aus der Weizenstärke nicht gewonnen. — Als Kleb-, Steifungs- und Verdickungsmittel wird sie der Kartoffelstärke vorgezogen.

Die Maisstärkefabrikation.

Der Mais wird entweder im ganzen Korn oder zerkleinert mit oder ohne die Anwendung chemischer Agentien verarbeitet.

Wird der Mais geschrotet, so nimmt man zweckmäßig durch Absieben ein Entkeimen der Schrotmasse vor. Die Maiskeime sind reich an Fett (sie enthalten davon 12—18 pCt.), welches man durch Auspressen oder Extrahieren gewinnt. Die Rückstände von der Maisölbereitung liefern ein stickstoffreiches Futtermittel.

Für die Gewinnung der Stärke ist erforderlich, daß der Mais in einen sehr feinen Brei verwandelt wird. Zu dem Behufe wird er zunächst in alkalischem oder reinem Wasser eingeweicht. Im letzteren Falle überläßt man ihn zuweilen einer kurzen Gärung.

Die geweichte Masse wird auf Naßmühlen oder zwischen Walzenstühlen zu einem freien Brei zermalmt. Letzterer wird unter Umständen gesiebt, um den Siebrückstand noch einmal zur Zerkleinerung zu bringen.

Den Brei behandelt man in Bottichen mit sehr verdünnter schwefliger Säure oder mit Ammoniak, um möglichst viel Stärke frei zu machen. Von ersterem wird so viel zugesetzt, daß die Flüssigkeit deutlich sauer reagiert, von letzterem so viel, daß der Brei nicht mehr als 1½—2 pCt. NH_3 enthält. (Schwackhöfer.) Nach wiederholtem Umrühren bleibt die Masse sich selbst überlassen, damit sich die festen Teilchen absetzen. Der Bodensatz wird, nachdem man die Flüssigkeit abgelassen, auf Zylindersieben ausgewaschen und die Rohstärkemilch auf Rinnen oder mittels der Rohstärkezentrifuge gereinigt. Das Entwässern geschieht mit Zentrifugen. Das Trocknen in geheizten Räumen.

Einer Mitteilung des Dr. J. Krieger*) über die Maisstärkefabrikation in Amerika, wo dieser Industriezweig in großem Maßstabe ausgeübt wird, entnehmen wir folgendes:

Das Einweichen nimmt man in hölzernen Bottichen in Wasser von 60—65° C vor. Das Weichwasser wird täglich einmal gewechselt, wobei man jedesmal mit der Temperatur heruntergeht, so daß man in 3—4 Tagen auf 32—38° C angekommen ist. Das quellreife Korn muß vom Wasser völlig durchdrungen sein.

Zur Zerkleinerung der geweichten Masse dienen gewöhnliche Mühlen (Mahlgang mit französischen Steinen), oder auch Quetschwalzen oder, was als das zweckmäßigste erscheint, eine Kombination von beiden. Man läßt beim Mahlen soviel Wasser zufließen, daß ein zarter, weicher Brei entsteht.

Aus der zerkleinerten Masse werden die Hülsen, Keime und alle gröberen Bestandteile durch Sieben über Schüttelsieben abgesondert, welche mit Seidengaze Nr. 12, zuweilen auch mit Nr. 15 oder 16 bespannt sind. Die Siebe haben meist eine Breite von 0,9 m und eine Länge von 1,8 m. Man wendet zwei solche Siebe hintereinander an.

Die ablaufende Stärkemilch wird in Bottichen zur Weiterverarbeitung gesammelt. Dabei empfiehlt es sich, die vom ersten Siebe ablaufende dickere Milch

---

*) W. H. Uhland, Mitteilungen für die ges. Stärkeindustrie 1891.

für sich aufzufangen und die vom zweiten durch Waschwasser verdünnte ebenfalls in besondere Bottiche zu leiten. Man kann die erste Stärkemilch, welche bedeutend besser und reiner ist, für sich auf bessere Qualität verarbeiten und die zweite, welche meist zu verdünnt ist, um direkt verarbeitet zu werden, durch Absetzen konzentrieren.

Die von den Sieben kommende Stärke ist noch mit Zellstoff, Fett und Proteinstoffen verunreinigt. Letztere — technisch Kleber (Gluten) genannt — sind mit den Stärkekörnern teilweise verkittet. Um den Kleber aufzulösen, setzt man der Stärkemilch Natronlauge zu, so daß deren Gehalt 0,1 pCt. nicht übersteigt, oder besser schweflige Säure, von welcher man indessen schon beim Einweichen Gebrauch machen kann. Man quellt in diesem Falle den Mais in Wasser ein, welches 0,4 pCt. schwefliger Säure gelöst enthält. Letztere erzeugt man durch Verbrennen von Schwefel und läßt sie in einem Koaksturm durch herabrieselndes Wasser absorbieren. Während bei Anwendung von Natronlauge die Stärke stets einen Stich ins Graue erhält, dient die schweflige Säure nicht nur als Lösungsmittel für den Kleber, sondern auch als Konservierungs- und Bleichmittel der Stärke.

Die Reinigung der Rohstärkemilch geschieht nun durch die sog. Tischarbeit (table-work), welche unserem Schlämmen auf Fluten oder Rinnenapparaten entspricht. Die Fluten (tables) sind 0,45 bis 0,9 m breit und 30—45 m lang und besitzen eine sehr geringe Neigung: 1—2 cm für je 3 m Länge. Es ist immer eine ganze Reihe solcher Fluten nebeneinander durch Zwischenwände von einander getrennt angeordnet. Zweckmäßig werden zwei übereinanderliegende Abteilungen von Tischen zu einem System verbunden. Auf der oberen Abteilung läßt man rascher laufen und sieht namentlich auf gute Qualität der sich absetzenden Stärke. Die hier ablaufende Flüssigkeit, welche noch ziemlich viel Stärke enthält, leitet man über die unteren Tische, wobei man versucht, sämtliche Stärke zu gewinnen ohne Rücksicht auf die Qualität. Diese Stärke wird noch einmal geschlämmt, um sie zu reinigen, oder man vermischt sie mit der Rohstärke.

Ungefähr 85 pCt. der festen Bestandteile der Rohstärke lagern sich auf den Tischen als Stärke ab, während 15 pCt. mit dem „Gluten“ weglaufen. Die Stärke wird von den Tischen mit Schaufeln abgenommen.

Für die Erzeugung von Stärkezucker wird die so erhaltene „grüne Stärke“ mit Wasser angerührt und sofort weiter verarbeitet.

Zur Herstellung von Konsumstärke wird die „grüne Stärke“ noch mehrmals sorgfältig gewaschen, indem man sie mit Wasser aufschlämmt und wieder absetzen läßt. Schließlich wird sie vor dem Trocknen mit einer ganz verdünnten Aetznatronlösung imprägniert und in ca. 18 m langen und 0,3 m breiten und hohen, durchlöcherten und mit Filtriertuch ausgeschlagenen Kasten abtropfen gelassen. Die Stärkeblöcke werden darauf in Würfel geschnitten und diese sehr langsam und sorgfältig getrocknet. Nach dem Vortrocknen wird die äußere, etwas schmutzige Schicht abgeschabt und die gereinigten Würfel in Papier eingewickelt weiter getrocknet, wobei dieselben in Strahlen zerfallen. Der ganze Trockenprozeß, welcher in gut ventilierten Trockenräumen verläuft, dauert 4—6 Wochen. Die getrocknete Stärke wird in Einpfundpackete verpackt in den Handel gebracht.

Für sog. Fabrikstärke, welche in den Baumwollspinnereien als Schlichte, in den Appreturanstalten und in den Pappschachtelfabriken die meiste Anwendung

findet, wird die Stärke direkt von den Stärketischen auf Hürden ausgebreitet, mehrere Tage getrocknet und darauf in Fässer gepackt.

Die Maisstärke ist vielfach geeignet, die Weizenstärke zu ersetzen. Als Klebmittel wird sie der letzteren sogar vorgezogen.

Die Reisstärkefabrikation.

Als Rohmaterial dient der Bruchreis, welcher in den Reisschälereien abfällt. Derselbe besteht aus kleinen und zerbrochenen geschälten Körnern und ist sehr reich an Stärkemehl. Während ungeschälter Reis 72—75 pCt. Stärke enthält, sind im Bruchreis davon 75—80 pCt. vorhanden. Neben dem Stärkegehalt ist jedoch bei Beurteilung des Reises für die Stärkefabrikation die Beschaffenheit der Stärke und der Gehalt an Proteïn zu berücksichtigen. Im Reiskorn ist das Stärkemehl in noch höherem Grade als im Mais mit Proteïnen verkittet, wodurch die Gewinnung desselben erschwert und die Anwendung chemischer Mittel zum Freimachen der Stärke geboten ist. Schreib bezeichnet pro 1 pCt. Proteïn 1 pCt. Stärke als ungewinnbar.

Zur Gewinnung der Reisstärke hat sich nach Berger*), welchem wir in neuester Zeit Mitteilungen über die Reisstärkefabrikation verdanken, das von Orlando Jones 1840 eingeführte Verfahren mit Anwendung von Natronlauge, wenn auch nach dieser oder jener Richtung hin ausgearbeitet, allein erhalten. Mechanisches Auswaschen, Gärung und Quellung mit schwefligen oder anderen Säuren haben sich nicht bewährt. Nur zu Bleichzwecken findet auch schweflige Säure Verwendung.

Die Operationen bei der Reisstärkefabrikation sind folgende:

1. Das Einquellen des Reises mit Natronlauge.
2. Das Mahlen der geweichten Masse.
3. Die Gewinnung der reinen Stärke.
4. Das Formen der Stärke.
5. Vertrocknen und Schaben der Stärke.
6. Das Trocknen auf Strahlen- und Luftstärke.

Das Einquellen nimmt man meist in Holz- oder Zementgefäßen von 4—5 cbm Inhalt und 1 m Höhe vor. 30 cm vom Boden befindet sich ein Siebboden, auf welchem der Reis 40 cm hoch aufgeschüttet wird. Die erste Quellung mit Natronlauge von 0,3—0,5 pCt. NaOH dauert 18 Stunden oder mehr, wobei die Masse einigemal durchgerührt wird. Die Flüssigkeit wird dann abgezogen und durch neue Lauge ersetzt, welche man ca. 12 Stunden auf dem Reis stehen läßt. Die abgezogenen Flüssigkeiten, welche mechanisch beigemengte Reisteilchen enthalten, werden durch Absitzenlassen geklärt und nach dem Abziehen der klaren Lösung in dieser der Kleber durch Säuren gefällt. Das Quellen ist beendet, wenn sich der Reis leicht zwischen den Fingern zerdrücken läßt.

---

*) Chemikerzeitung 1890 Nr. 85, 92 u. 93.

Berger verurteilt diese Art des Einquellens, da durch die mangelhafte Bewegung (viermaliges Umrühren) in dem offenen Quellgefäße die Natronlauge ungenügend ausgenützt und dem Reis zu wenig Proteïnstoffe entzogen werden. Er empfiehlt eine Abänderung des Weichverfahrens in dem Sinne, daß an Stelle des Weichens ein kontinuierliches Auslaugen des Reises gesetzt wird, ähnlich der Diffusion in den Rübenzuckerfabriken. Dieser Gedanke liegt auch dem Patent Stoltenhoff (D. R.-P. 48618) zugrunde. Nur ist der von Stoltenhoff konstruierte Auslauge-Apparat etwas kompliziert.

Das Mahlen erfolgt unter Zusatz dünner Natronlauge auf Mahlgängen. Um ein gutes Vermahlen zu gewährleisten, was für eine gute Ausbeute äußerst wichtig ist, werden gewöhnlich zwei Mahlgänge übereinander in der Weise angeordnet, daß das Mahlgut aus dem ersten in den zweiten fällt. Ein doppelter Mahlgang zerkleinert in 24 Stunden zweihundert Zentner Reis. Der ablaufende dünne Brei, welcher etwa 20—28 pCt. feste Stoffe enthält, wird in hochgelegene Bassins gepumpt und von da zu den Sieben und Zentrifugen verteilt.

Nach Uhland haben sich zum Zerkleinern von Reis auch Walzenstühle und besonders die Uhland'sche Kegelmühle bewährt.

Zur Gewinnung der Stärke aus dem fertigen Mahlgute benutzt man Siebe, Zentrifugen, Absetzbassins und Filterpressen.

Als Siebe bevorzugt Berger die rotierenden Zylinder. Dieselben erhalten eine Länge von 4—5 m, sechsseitigen Siebmantel und schwache Neigung. Sie werden mit feinster Draht- oder besser Seidengaze bespannt. Die Welle ist hohl und dient als Wasserbrause. Der am geneigten Ende des Zylinders ausfallende Rückstand besteht aus unzermahlenen Reisstückchen, grobfaserigem Proteïn und zufälligen Verunreinigungen. Er dient als Viehfutter.

Die durch die Siebe gegangene Stärkemilch enthält noch ziemlich viel Proteïn und spezifisch leichtere, durch die Natronlauge angegriffene Stärke. Diese kann man durch Absitzenlassen oder durch Zentrifugieren in der Rohstärkezentrifuge von der Primastärke trennen. Die Zentrifuge läuft 15—20 Minuten. Dann wird die Flüssigkeit abgelassen und die Kleberschicht von der Stärkeschicht abgekratzt oder feucht abgepinselt. Letztere wird dann ausgehoben. Um dies zu erleichtern, haben die Trommeln gewöhnlich 6—8 radialstehende herausnehmbare Bleche, wodurch der Trommelinhalt in 6—8 Teile geschieden wird.

In den Absetzbassins lagert sich der Kleber langsamer ab, als die Stärke und kann von derselben abgezogen werden. Man erzielt damit also die gleiche Wirkung wie mit der Zentrifuge.

Filterpressen scheiden nur Wasser und lösliche Unreinigkeiten ab und sind zu diesem Zwecke gut brauchbar.

Berger empfiehlt, diese Mittel in der Weise zu kombinieren, daß 1) einmal gesiebt, 2) zweimal zentrifugiert (oder in Absetzbassins gewaschen), 3) mit der Filterpresse entwässert wird.

Jones bediente sich zur Abscheidung der Stärke aus dem Mahlgut des wohl noch vielfach angewendeten Dekantir-Verfahrens. Nach demselben wird der von der Mühle kommende dünne Brei in geräumige Bottiche gepumpt, welche in einem oberen Stockwerke der Fabrik aufgestellt sind. Nach 6stündigem Durchrühren und Verdünnen mit Wasser überläßt man den Inhalt der Bottiche der Ruhe. Es

setzen sich nun zuerst die Kleberstärke und die Hülsen ab, während die Stärke suspendiert bleibt. Man beobachtet dieses an einer Probe in einem Glaszylinder und beginnt mit dem Abziehen der Stärkemilch, sobald sich hier eine grauweiße Schicht abgesetzt. Das Abziehen wird durch allmähliches Senken des Abflußrohres mit der Vorsicht ausgeführt, daß man dasselbe sofort unterbricht, wenn gröbere Teilchen kommen. Der Rückstand wird noch einmal mit sehr verdünnter Lauge angerührt und das Schlämmen wiederholt. Die abgezogene Stärkemilch führt man über ein Zylindersieb in Absetzbottiche, in welchen sich nach zwei Tagen die Stärke zu Boden setzt. Man zieht darauf die Flüssigkeit ab und schleudert die Stärke in der Rohstärkezentrifuge. Nach Entfernung der Kleberschicht wird die reine Stärke in Formen gebracht.

Der Schlämmrückstand wird ebenfalls gesiebt. Die im Siebe zurückbleibenden groben Teile werden noch einmal auf die Mühle gegeben und die ablaufende, Kleber und Kleberstärke enthaltende Flüssigkeit einem Gärungsprozesse überlassen, wodurch noch Stärke freigemacht wird, welche durch Behandeln in der Rohstärkezentrifuge gewonnen wird. Nach Beseitigung des Klebers wird die geschleuderte Masse noch einmal mit dünner Lauge verrührt und geschlämmt, um so noch eine feine Sekundaware zu erhalten.

Uhland hält die Absetzbassins für nicht entbehrlich, die Anwendung von Filterpressen dagegen für überflüssig. Beim Gebrauche von Absetzbassins und Zentrifugen erhalte man die Reisstärke in so zweckmäßiger Form und derart gereinigt, daß sie ohne weiteres geformt werden kann.

Die gereinigte Stärke wird in Formen gebracht, in welchen sie für das nachfolgende Trocknen entwässert wird. Zentrifugen sind dazu nicht geeignet, da sich die Stärkekörner in der Zentrifuge nicht gleichmäßig ablagern, und die Strahlenstärke nach dem Trocknen rauh erscheint. Die ältere Methode ist die des Entwässerns und Formens der Stärke in sog. Füll-, Tropf- oder Lochkasten, d. h. Holzkasten von 1½ m Länge und 0,25 m Breite und Höhe. Der Boden ist durchlöchert und wird mit Filtertüchern bedeckt. Man füllt die Kasten mit möglichst dicker Stärkemilch. Das Wasser läuft teils freiwillig ab, teils wird es durch Rütteln oder Stauchen der Formen entfernt. Nach 24 Stunden hat die Stärke 42—44 pCt. Wasser. Sie wird nun ausgekippt und in würfelförmige Blöcke zerschnitten.

Die Arbeit mit den Tropfkästen erfordert viel Raum und Arbeit. Zudem fallen die Stärkeblöcke durch Ankleben der Stärke in den Ecken der Tücher, wodurch auch ein größerer Abfall bedingt ist, unregelmäßig aus. Diese Uebelstände werden vermieden durch den Uhland'schen Entwässerungsapparat, welcher mit einem Luftüberdruck von 1—5 Atm. arbeitet, wodurch bei völlig regelmäßiger Form der Blöcke die Stärke in kurzer Zeit auf einen Wassergehalt von 36—40 pCt. gebracht wird.

Die aus dem Tropf- oder Druckluftkasten gewonnenen Stärkeblöcke werden bei 50—60° C. in Vortrockenkammern oder Oefen bis auf einen Wassergehalt von 25—28 pCt. vorgetrocknet, wozu 36—38 Stunden erforderlich sind. Das Trocknen wird unterstützt durch Aufstellen der Blöcke auf Gyps- oder Thonplatten.

Diese Vortrocknung ist zur Zeit leider nicht zu umgehen. Es ziehen sich nämlich beim Trocknen mit dem Wasser Stoffe nach der Oberfläche, welche die äußere

Schicht gelb färben. Diese gelbe Schicht, welche etwa 10 mm dick ist und 22—30 pCt. der Gesamtstärke ausmacht, läßt sich nur von den halbgetrockneten Blöcken durch Abschaben entfernen. Fertig getrocknete Blöcke würden dabei zu Strahlen zerfallen. Die abfallende Schabestärke wird mit Wasser aufgerührt, zentrifugiert oder durch Filterpressen geschickt und dann der zum Formen gehenden reinen Stärke zugemischt.

Die vorgetrockneten Blöcke werden nun mit Papier umwickelt oder in Pappkästen gebracht und bis zur vollendeten Strahlenbildung weiter getrocknet. Die Strahlen entstehen durch zahlreiche von außen nach innen radial verlaufende Sprünge in den Stärkeblöcken. Je langsamer getrocknet und je gleichmäßiger die Temperatur dabei gehalten wird, um so dicker und länger werden die Strahlen. Die Stärke bleibt bei 30—50° C gewöhnlich 14 Tage bis drei Wochen in den Trockenkammern.

Die fertigen Strahlen enthalten durchschnittlich 12 pCt. Wasser. Da Stärke von 15 pCt. handelsüblich ist, so bewahrt man die frische Stärke einige Zeit in nicht zu trockenen Räumen auf, um ihr Gelegenheit zu geben, die fehlende Wassermenge anzuziehen.

Die Weiße der Strahlen hängt lediglich von der Reinheit der gewaschenen Stärke, nicht vom Trockenprozeß ab. Da aber die Stärke trotz aller Sorgfalt stets einen Stich ins Gelbe zeigt, so setzt man meist Ultramarin, seltener Smalte zu.

Luft- oder Stückenstärke wird erhalten, wenn die vorgetrocknete, geschabte Stärke in flache Stücke (Schäfchen) von ca. 150 × 70 × 30 mm gebrochen und langsam an der Luft getrocknet wird.

Die kleberhaltigen Abfälle sucht man womöglich in feuchtem Zustande als Futtermittel zu verwenden. Aus der alkalischen Lösung ist der Kleber fast rein zu erhalten mit 15—16 pCt. Stickstoff in der Trockensubstanz, aber gleichwohl nur als Düngemittel verwertbar. Die Zentrifugenrückstände enthalten nur 6—7 pCt., die Siebrückstände 3—4 pCt. Stickstoff.

Bezüglich der Ausbeute giebt Berger an, daß bei guter Leistung die Mahlgänge etwa 60 pCt. der feinsten Primastärke und etwa 7—10 pCt. Stärke aus den abfallenden unreinen Produkten gewonnen werden (und zwar als absolut trockene Stärke auf den angewendeten Reis berechnet).

Uhland will nach seinem nicht näher beschriebenen Verfahren 75 pCt. Primastärke erzielen.

Die Gesamtausbeute beläuft sich je nach der Art des Arbeitens auf 85—90 pCt. der im Reis enthaltenen Stärke. (Berger.)

Die Reisstärke ist durch die Kleinheit der Stärkekörner die feinste der Handelsstärken. Sie wird besonders zu kosmetischen Artikeln, Wasch- und Schminkpulvern und zur Appretur feinerer Gewebestoffe benutzt, ferner zum Stärken der Wäsche ꝛc.

Dextrinfabrikation.

Das Dextrin oder Stärkegummi wird auf zweierlei Weise gewonnen:

1) durch Erhitzen der trockenen Stärke ohne jeglichen Zusatz,
2) durch Erhitzen der mit einer geringen Säuremenge imprägnierten Stärke.

Die nach dem ersten Verfahren gewonnenen Produkte bezeichnet man allgemein als Röstgummi. Im besonderen führen dieselben je nach der Qualität verschiedene Namen. Die dunkleren Sorten heißen Leiogomme oder Leiocomme, die helleren Sorten französisches Dickgummi. Als Rohmaterial verwendet man Kartoffelstärke. Ein Amidon grillé genanntes Produkt wird aus Weizenstärke erzeugt.

Für die mit Anwendung von Säure hergestellten Produkte wurde von Otto die Bezeichnung „Dextringummi" eingeführt. Die einzelnen Sorten heißen je nach der Farbe, welche sie besitzen: Gommeline blanche, jaune, brune, Gomme d'Alsace, British gum &c.

Das sog. Krystallgummi, dem arabischen Gummi in seinem Aeußern ähnlich, wird aus verkleisterter Kartoffelstärke unter Anwendung von Säuren gewonnen.

Die Apparate, welche man zum Erhitzen der Stärke verwendet, sind bei beiden Verfahren die gleichen. Während jedoch bei dem ersteren Verfahren die Maximaltemperatur 220° C beträgt, hat man bei Herstellung von Dextringummi nicht nötig, über 140° C hinauszugehen.

Ursprünglich bediente man sich zum Rösten der Stärke gemauerter Etagenöfen, in welchen das Stärkemehl auf übereinanderstehenden Blechkästen erhitzt wurde. Um bei der Bereitung von Röstgummi ein Anbrennen der Stärke zu verhüten, mußte man die Blechkästen von Zeit zu Zeit aus dem Ofen herausziehen und die Stärke umrühren. Das war eine beschwerliche Arbeit, die zudem große Geschicklichkeit erforderte, um ein gleichmäßiges Produkt zu erzielen. Für die Erzeugung von Röstgummi hat man diese Oefen daher aufgegeben, während sie für Dextringummi, welches, wie bereits erwähnt, niedrigere Temperaturen zuläßt, noch hier und da beibehalten sind.

An Stelle der Oefen traten die sog. Oelröster. Dieselben bestehen aus einer doppelwandigen, liegenden Trommel aus Eisenblech, in welcher die Stärke durch ein Rührwerk fortwährend gemischt wird. Die Uebertragung der Hitze auf die Stärke geschieht durch das Oel, welches sich in dem Zwischenraum der doppelten Wände befindet und durch eine darunterliegende Feuerung erwärmt wird. Diese Apparate besitzen den Nachteil, daß das Oel häufig ersetzt werden muß, daß sie schwer dicht halten und häufigen Reparaturen ausgesetzt sind.

Zweckmäßiger als die Trommeln sind Röstpfannen. Ein derartiger, von Uhland konstruierter Röstapparat besteht aus einem äußeren gußeisernen Heizkessel, welcher eingemauert ist und als Oelbad dient, und einem inneren, genau ausgedrehten gußeisernen Röstkessel, in welchem sich ein Rührwerk bewegt. Durch zweckentsprechende Einrichtung der Feuerung kann die Höhe der Temperatur mittels eines Schiebers reguliert werden.

Von dem Ingenieur Richard Lehmann-Dresden wurden 1882 Röstapparate mit Dampfheizung versehen eingeführt. In neuerer Zeit werden diese Appa-

rate, welche sich in fast allen größeren Dextrinfabriken Eingang verschafften und auch in anderen Industriezweigen vielfach Anwendung finden, mit Heißwasserheizung ausgestattet. Diese Röstapparate (Fig. 110) bestehen aus flachen, sauber ausgedrehten zylinderischen Gefäßen, in welchen sich je eine Rührvorrichtung befindet. Letztere schleift durch ihr eigenes Gewicht sehr genau auf dem Gefäßboden auf und ist derart eingerichtet, daß bei Rechtsdrehung des Rührwerks die Stärke innig gemischt, bei Umkehr der Drehungsrichtung dagegen eine selbstthätige Entleerung des Gefäßes durch

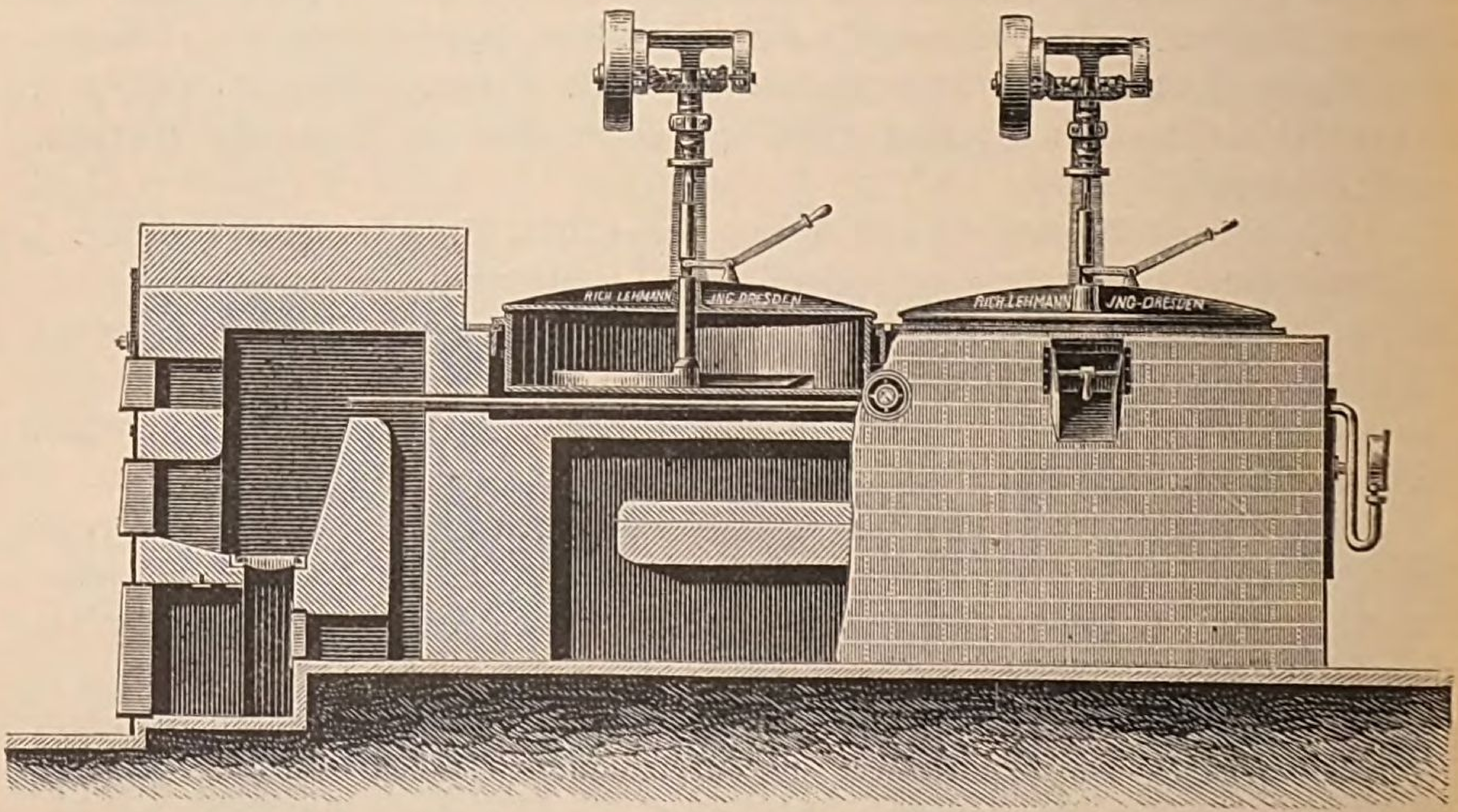


Fig. 110. Röstapparat von Richard Lehmann-Dresden.

dessen geöffnete Ausschüttgosse bewirkt wird. Die Umkehr der Drehungsrichtung, sowie Stillstand des Rührwerkes wird durch einen Hebel während des Ganges der Transmission und unabhängig von derselben bewirkt. Zur Reinigung des Gefäßes kann das Rührwerk mittels eines Hebels ausgehoben werden. Der Deckel besteht aus zwei halbkreisförmigen Hälften, deren vordere mit einer Füllöffnung versehen ist, die zugleich zur Beobachtung des Röstprozesses und zur Entnahme von Proben dient. Um Charniere sich drehend, kann diese Deckelhälfte aufgeklappt werden. Als Heizvorrichtung dienen schmiedeeiserne Rohre, welche an beiden Enden zugeschweißt und mit Wasser gefüllt sind. Diese Rohre, welche unter sich in keiner Verbindung stehen, ragen mit einem Ende in den Feuerraum einer kleinen Ofenanlage, wo sie die Wärme aufnehmen, welche sie an die dicht über den Röhren liegenden Röstgefäße übertragen. Die Rohre sind auf 300 Atmosphären geprüft, werden im Betriebe jedoch nur bis etwa 80 Atmosphären in Anspruch genommen. Eines der Heizrohre ist verlängert und mit einem Manometer versehen.

Bei der Erzeugung von Röstgummi ist zu beachten, daß die Stärke gut vorgetrocknet sei, da sonst leicht teilweise Verkleisterung eintritt und sich Klumpen bilden, wodurch die gleichmäßige Beschaffenheit des Produktes Schaden leidet. Die Temperatur muß den zu erzielenden Sorten entsprechend geregelt werden und ebenso die Erhitzungsdauer. Man beurteilt den Verlauf des Prozesses nach der Farbe des

Dextrins, der Löslichkeit in Wasser und der Jodreaktion. Für hellgebranntes Röstgummi (französisches Dickgummi), welches durch hohe Kleb- und Verdickungsfähigkeit, sowie eine geringe Acidität ausgezeichnet ist, erhitzt man vorsichtig auf 170—190 ° C, während man für dunkelgebranntes Leiogomme auf 190—200 ° C geht.

Amidon grillé aus Weizenstärke wird je nach der Sorte bei 160—200 ° C hergestellt.

Die Fabrikation von Dextringummi erfordert eine Präparierung der Stärke mit Säure. Von den verschiedenen Säuren, welche überhaupt zur Dextrinierung der Stärke geeignet sind, finden nur Salzsäure und Salpetersäure praktische Verwendung. Schwefelsäure liefert ein hygroskopisches Produkt und wirkt bei hohen Temperaturen zerstörend auf die Stärke ein. Es ist nur eine sehr geringe Menge von Säure zur Dextrinbildung erforderlich, etwa 0,1—0,15 pCt. wasserfreier Säure vom Gewicht der Stärke. Letztere muß mit der Säure gleichmäßig gemischt werden, zu welchem Zwecke die Säure mit Wasser entsprechend verdünnt wird, jedoch nicht stärker, als für eine gleichmäßige Verteilung in der Stärke erforderlich ist. Auf 100 kg lufttrockene Stärke verwendet man meistens 10 Liter Wasser mit 200 cc konzentrierter Salpetersäure (s. G. 1,36) oder 300 cc konzentrierter Salzsäure (s. G. 1,18).

Das Ansäuern der Stärke geschieht heute noch vielfach durch Handarbeit, indem die lufttrockene Stärke in einem Troge mit der Säure benetzt und das Gemenge mit den Händen durchgeknetet wird.

Ein Apparat für diesen Zweck wurde von Th. Blumenthal konstruiert; derselbe besteht aus einer feststehenden Trommel mit Rührwerk. Durch letzteres wird die Stärke, welche die Trommel zu $^1/_3$ des Fassungsraumes anfüllt, zerstäubt, während gleichzeitig durch einen Strahlapparat die erforderliche Menge konzentrierter Säure in Form eines Nebels eingeblasen wird. Der Vorteil des Apparates soll besonders darin bestehen, daß man ein trockenes Gemenge erhält, welches direkt in den Röstapparat eingeführt werden könne.

Soll die feuchte Stärke verarbeitet werden, so wird dieselbe in einem Quirlbottich mit verdünnter Säure verrührt und die Stärkemilch in einen Bottich mit Siebboden gebracht. Letzterer ist mit einem dichtgewebten Tuche, welches über den Rand des Bottichs hinabhängt, bedeckt. Die Entfernung des überschüssigen Sauerwassers wird durch Absaugen mittels einer Luftpumpe beschleunigt. Nach dem Abnutschen enthält die Stärke noch etwa 40 pCt. Wasser, in welchem dann die erforderliche Säuremenge vorhanden sein muß. Dementsprechend hat man die ursprüngliche Konzentration der Säure zu wählen.

Uhland bedient sich zum Ansäuern feuchter Stärke eines im Prinzipe dem Blumenthalschen ähnlichen Apparates.

Die angesäuerte feuchte Stärke wird zunächst bei niedriger Temperatur (bis höchstens 50 ° C) vorgetrocknet. Arbeitet man mit Etagenöfen, so benutzt man dieselben in der Nachtpause, wo sie, ohne geheizt zu werden, vom Tage vorher noch die erforderliche Temperatur besitzen, auch zum Trocknen. Am Morgen wird angeheizt, und die Temperatur allmählich auf die erforderliche Höhe gesteigert. Je nach den angewendeten Hitzegraden ist die Umwandlung der Stärke in Dextrin nach 4—8 Stunden vollendet. Nach dem Rösten muß das Dextrin möglichst rasch abgekühlt werden. Zu dem Behufe bringt man es auf Horden von Eisen oder Zink-

blech oder in große zementierte Gruben, in welchen man es dann und wann mittels Krücken durchrührt.

Das gekühlte Dextrin wird endlich gemahlen und gesiebt.

Mit Ausnahme des Krystallgummi erscheinen alle Dextrinsorten im Handel als Mehl von weißer bis dunkelbrauner Farbe. Die mit Säuren gewonnenen Sorten sind meist weiß bis hellgelb, die durch einfaches Rösten erzeugten gelb bis dunkelbraun. Die Jodreaktion ist je nach dem Grade der Umwandlung blauviolett, rotviolett bis rotbraun. Der Grad der Löslichkeit, ebenso der Zuckergehalt und die Acidität ist je nach der Dauer des Erhitzens und der dabei stattfindenden Temperatursteigerung verschieden bei den einzelnen Sorten.

Das Dextrin dient als Ersatz für die natürlichen Gummiarten (arabisches Gummi und Senegalgummi). Es wird hauptsächlich in der Zeugdruckerei als Verdickungsmittel der Beizen und Reservagen, sowie zum Appretieren und Steifen von Zeugen verwendet; ferner dient es zum Glasiren von Karten und Papier, als Mundleim u. s. w.

Stärkezuckerfabrikation.

Der Stärkezucker kommt in festem Zustande und als Syrup in den Handel. Er ist selten rein, sondern enthält meist mehr oder weniger Dextrin und Dextrin ähnliche Substanzen. Der Syrup ist im allgemeinen reicher an letzterem Bestandteil als der feste Stärkezucker; denn durch den Dextringehalt soll das Auskrystallisieren und damit eine Trübung des klaren Syrups verhindert werden.

Bei 44 Analysen verschiedener Stärkezuckersorten ergaben sich folgende Werte:

	Min.	Max.	Mittel
Wasser	6,0 pCt.	27,5 pCt.	17,0 pCt.
Vergärbarer Zucker	38,3 „	77,8 „	64,3 „
Unvergärbare Bestandteile . .	5,1 „	43,8 „	18,0 „

Fünfzehn Analysen von Stärkezuckersyrup führten zu folgenden Zahlen:

	Min.	Max.	Mittel
Wasser	16,5 pCt.	22,4 pCt.	19,6 pCt.
Vergärbarer Zucker	30,1 „	48,3 „	41,7 „
Unvergärbare Bestandteile . .	31,7 „	53,0 „	38,4 „ (König).

Die unvergärbaren Bestandteile bestehen vorwiegend aus Dextrin und Dextrin ähnlichen Substanzen (Reversionsprodukten) neben geringen Mengen von Mineralstoffen (hauptsächlich Gyps und phosphorsaurer Kalk).

Die vergährbare Substanz des Stärkezuckers besteht zum Teil aus Maltose, deren Menge, wie aus einer Untersuchung von Sieben hervorgeht, wenigstens im Stärkezuckersyrup eine nicht unbeträchtliche Höhe erreichen kann. Sieben fand in einem Stärkezuckersyrup:

Dextrose	. . . . .	21,70	pCt.
Maltose	. . . . .	15,80	„
Dextrin	. . . . .	41,96	„
Wasser	. . . . .	20,10	„
Asche	. . . .	0,30	„ .

Zur Darstellung von festem Stärkezucker werden folgende Operationen vorgenommen:

1. Das Kochen der Stärke mit verdünnter Schwefelsäure;
2. Das Neutralisieren und die Reinigung der Zuckerlösung;
3. Die Konzentrierung der Zuckerlösung zur Gewinnung eines festen Produktes.

Das Kochen der Stärke mit Schwefelsäure wird zur Zeit meist noch in offenen Kochgefäßen — starkwandigen, zuweilen mit Bleiplatten ausgefütterten Holzbottichen —, welche mit Dampfheizung versehen sind, ausgeführt. Die Konzentration der Schwefelsäure, welche man auf die Stärke einwirken läßt, wird sehr verschieden gewählt. Im allgemeinen rechnet man auf 100 kg lufttrockener Stärke 200—250 kg Wasser und 3—4 kg konzentrierte Schwefelsäure. Das Erhitzen mit Dampf geschieht entweder mittels einer kupfernen Heizschlange, oder indem man den Dampf direkt in die Flüssigkeit leitet.

Das Verfahren bei der Verzuckerung ist im wesentlichen folgendes:

Die mit $^1/_2$ bis $^2/_3$ der ganzen erforderlichen Wassermenge verdünnte Schwefelsäure wird im Kochgefäße zum Sieden erhitzt. Darauf läßt man die Stärke aus einem Quirlbottich als Stärkemilch, zu deren Bereitung der Rest des Wassers diente, in die kochende Flüssigkeit einfließen. Man regelt dabei den Zufluß so, daß die Flüssigkeit nicht aus dem Sieden kommt. Dadurch bewirkt man, daß die Stärke sich rasch und gleichmäßig auflöst und verhindert, daß sich Kleisterklümpchen bilden. Wenn alle Stärke eingetragen ist, kocht man noch etwa 5 Stunden. Den Verlauf des Kochprozesses prüft man von Zeit zu Zeit mit Jodlösung, und, wenn diese keine Reaktion mehr giebt, mit Alkohol. Wenn auf Zusatz von 2 Volumen abs. Alkohol zu 1 Volumen der abgekühlten Flüssigkeit, sich kein Dextrin mehr ausscheidet, so beendet man nach einer halben Stunde das Kochen.

Die Dämpfe, welche sich beim Kochen von Kartoffelstärke mit verdünnten Säuren entwickeln, besitzen einen widerlichen Geruch. Um von denselben nicht belästigt zu werden, versieht man das Kochgefäß mit einem Deckel und Dunstschlot, durch welchen die Dämpfe ins Freie geführt werden. In größeren Fabriken führt man das Dunstabzugrohr durch ein mit Wasser gefülltes Kühlgefäß, aus welchem man das mit den übelriechenden Körpern beladene Kondenswasser abfließen läßt, während die nicht kondensierten Dämpfe unter die Dampfkesselfeuerung geleitet werden.

Das Neutralisieren der Schwefelsäure nach beendeter Zuckerbildung wird zweckmäßig in einem besonderen Neutralisationsbottich mittels kohlensauren Kalkes vorgenommen. Jeder reine Kalkstein kann verwendet werden, doch bedient man sich gewöhnlich der Schlemmkreide, welche in Form einer dicken Kreidemilch zur Anwendung gelangt. Der Neutralisationsbottich wird zu $^2/_3$ mit dem Inhalte des Kochgefäßes gefüllt, $^1/_3$ des Fassungsraumes muß als Steigraum für die durch die Kohlensäureentwickelung bedingte Schaumbildung leer bleiben. Um

zu verhindern, daß von der Kreide in dem zähen Schaume etwas hängen bleibt, giebt man die Kreidemilch durch ein bleiernes Trichterrohr zu, welches bis nahe auf den Boden reicht. Nach jedem Zusatz wird kräftig durchgerührt.

Gegen das Ende der Operation prüft man die Reaktion der Flüssigkeit wiederholt mit empfindlichem blauem Lakmuspapier. Wird dasselbe nur mehr schwach gerötet, so kocht man auf zur Entfernung der absorbierten Kohlensäure, und um die Einwirkung der Schwefelsäure auf den kohlensauren Kalk zu unterstützen; darauf neutralisiert man vorsichtig weiter, bis eine kaum merkliche saure Reaktion auf dem Lakmuspapier auftritt.

Die neutralisierte Flüssigkeit überläßt man 24 Stunden der Ruhe. Innerhalb dieser Zeit setzt sich der Niederschlag ab. Die darüber stehende klare Zuckerlösung zieht man durch Spundöffnungen, welche in verschiedener Höhe des Bottichs angebracht sind oder mittels Heber ab.

Die Zuckerlösung, welche den Bodensatz durchtränkt, gewinnt man noch auf verschiedene Weise. Am zweckmäßigsten bedient man sich dazu der Filterpressen mit Auslaugevorrichtung. In kleineren Fabriken benutzt man Filtrierfässer, welche mit einem Siebboden versehen und in dem Raume zwischen beiden Böden mit Flußsand beschickt sind.

Der Schlamm wird auf dem Siebboden ausgebreitet und mit Wasser ausgewaschen. Man wiederholt das Auswaschen zwei- bis dreimal, wobei die zuerst ablaufende Flüssigkeit zur Verdampfung gebracht wird, während die beiden letzten Lösungen statt des Wassers zur Auslaugung neuer Schlammmengen Verwendung finden.

Zur **Reinigung der neutralisierten Zuckerlösung**, welche gelb bis braun gefärbt ist und einen mehr oder weniger unangenehmen Geruch und Geschmack besitzt, filtriert man dieselbe, nachdem man sie zuvor durch Eindampfen konzentrierte, über Knochenkohle. In größeren Fabriken bedient man sich dabei der gleichen Filter, wie sie in der Rübenzuckerfabrikation (s. d.) allgemein gebräuchlich waren, in kleineren der Filtrierfässer, wie solche zum Auslaugen des Schlammes gebraucht werden. In diesem Falle wird auf dem Siebboden Tuch ausgebreitet, auf welchem man zuerst eine Schicht gröberes, dann feineres Spodium lagert. Oben bringt man noch einmal einen Siebboden an, zur gleichmäßigen Verteilung der Zuckerlösung über der Kohle. Wie bei den eisernen Filtern wird das Ablaufrohr aufwärts gebogen, so daß der Auslauf höher liegt als die Oberfläche der Kohlenschicht. Das Filter läuft so lange, bis der Saft nicht mehr genügend entfärbt wird, worauf der Zulauf abgestellt und die Kohle ausgesüßt wird. Die unwirksam gewordene Kohle wird zur Wiederbelebung einem Reinigungsprozeß unterworfen. (Siehe Abschn. Rübenzuckerfabrikation.)

Die **Konzentrierung des Dünnsaftes**, welcher etwa entsprechend 12 bis 15° Bé. 21—27% Trockensubstanz enthält, wird meist in zwei Perioden vorgenommen. Zunächst erhöht man die Konzentration des Saftes auf etwa 32° Bé. (58° Brix), filtriert dann über Knochenkohle und verdampft den filtrierten Saft dann weiter auf 40 bis 45° Bé. (75—86° Brix) bei 60—70° C gewogen.

Zum **ersten Verdampfen** finden noch vielfach flache, offene mit Dampfheizung versehene Pfannen Verwendung. Doch haben sich auch Verdampfapparate

— in neuerer Zeit Zweikörperapparate — wie sie zur Konzentrierung des Rübensaftes Verwendung finden, Eingang in die Stärkezuckerfabrikation verschafft. Außerdem kommen noch besondere Verdampfapparate vor, von denen die Ueberrieselungsapparate als sehr zweckmäßig zu erwähnen sind. Dieselben bestehen aus 30—50 Stück horizontal übereinander liegenden Eisenröhren, welche 1—1,5 m lang und 10 cm weit sind und an den Enden durch Kniestücke miteinander in Verbindung stehen. Durch das Röhrensystem wird Dampf geleitet, während die Zuckerlösung über dasselbe herunterrieselt und dabei konzentriert wird. Der Apparat ist mit einem Holzmantel umgeben, wodurch die Verdampfung noch unterstützt wird, indem unten trockene Luft zuströmt, welche oben mit Feuchtigkeit beladen abzieht.

Der Gyps, welcher beim Neutralisieren entsteht, ist in der Zuckerlösung in höherem Grade löslich als in reinem Wasser. Der Dünnsaft enthält daher nicht unbeträchtliche Mengen von Gyps, welcher sich zum Teil schon während des Verdampfens abscheidet und die Heizflächen inkrustiert.

Es ist aus diesem Grunde wichtig, Verdampfapparate anzuwenden, deren Heizflächen der Reinigung leicht zugänglich sind. Der nach dem Verdampfen in die Flüssigkeit ausgeschiedene Gyps wird durch Absitzenlassen, Filtration über Sand oder mittels Filterpressen entfernt. Die vom Gyps befreite Zuckerlösung wird dann erst über Kohle filtriert.

Das nun folgende zweite Eindampfen zur Syrupkonsistenz geschieht in Vakuumapparaten. Ein Kochen auf Korn, wie in der Rübenzuckerfabrikation, ist wegen des hohen Dextringehaltes der Lösungen nicht möglich.

Hat der Syrup die gewünschte Konzentration von 40—45° Bé (heiß gewogen) erreicht, so entläßt man ihn aus dem Vakuum in eine flache eiserne Kühlpfanne, in welcher die Masse, während sie abkühlt, durchgerührt wird. Die abgekühlte Masse füllt man auf Kisten von 25—50 kg Inhalt und läßt sie darin erstarren, worauf sie als „Kistenzucker" zur Versendung gelangt.

Zur Erzeugung von Raspelzucker gießt man den abgekühlten Stärkezucker in konische Formen von Holz oder Metall, in welchen man ihn fest werden läßt. Die auf diese Weise erhaltenen Blöcke von 10—25 kg Gewicht werden durch eine Raspelmaschine zerkleinert und die Stücke nach dem Abtrocknen in Säcke verpackt.

Der Stärkezucker, den man auf die beschriebene Weise erhält, ist ziemlich hart, weiß durchscheinend, von eigentümlich süßem, häufig etwas bitterlichem und kratzendem Geschmack. Die mittlere Zusammensetzung ist gegenwärtig nach F. Virneisel:

68	pCt.	Dextrose,	
12	„	Dextrin,	
0,2	„	Asche,	
20	„	Wasser.	80,5 Zuckerquotient.

Von der angegebenen Beschaffenheit und Zusammensetzung ist die überwiegende Menge des in Deutschland produzierten Stärkezuckers. An krystallisiertem reinem Stärkezucker werden in Form von Broden und Platten nur unbedeutende Mengen gewonnen. Um letzteren aus dem unreinen Produkte herzustellen, sind von Soxhlet besondere Raffinierungsverfahren (D. R. P. Nr. 17465 u. Nr. 17520) angegeben worden.

Weit zweckmäßiger jedoch, als von dem unreinen Produkte auszugehen, ist es von vornherein durch geeignetere Führung des Verzuckerungsprozesses auf reineren Zucker hinzuarbeiten, wie das Anthon bereits in dem von ihm anempfohlenen Verfahren anstrebte.

Der Grund, weshalb man bei den oben angeführten Konzentrationsverhältnissen selbst bei länger fortgesetztem Kochen, keine bessere Verzuckerung erzielt, ist durch die Untersuchungen von A. Wohl auf Reversionsvorgänge (s. S. 140) zurückzuführen, welch letztere bedingt sind durch die zu hohe Konzentration der Säure. Wenn es nun auch technisch nicht möglich ist, alle Stärke glattauf in Zucker zu verwandeln, so kann man doch durch veränderte Konzentrationsverhältnisse, Aenderung in der Temperatur und Zeitdauer des Kochens, die Reversion wesentlich beschränken und einen weit besseren Reinheitsquotient erzielen. So hat Allihn auf Grund zahlreicher Versuche empfohlen, 1 Teil wasserfreier Stärke mit 5,2 Teilen 1proz. Schwefelsäure 4 Stunden bei 108° C oder 3 Stunden bei 114° zu erhitzen, wobei ein Zucker von 90 pCt. Reinheit erzielt werde, während man nach dem bisherigen Verfahren über 80 pCt. nicht hinauskommt. Eine sehr eingehende Untersuchung über den gleichen Gegenstand verdanken wir Sorhlet*), welcher folgende Thatsache ermittelte: Der überhaupt mögliche höchste Verzuckerungsgrad hängt nicht nur von dem Verhältnisse ab, in welchem Stärkemenge, Säuregehalt, Erhitzungstemperatur und Erhitzungsdauer zueinander stehen, sondern wesentlich auch von der Menge der Flüssigkeit, welche auf 1 Teil Stärke trifft. Man kann z. B. einen Zucker von 90 pCt. Reinheit erhalten, wenn man 1 Teil wasserfreier Stärke mit 4½ Teilen ½proz. Schwefelsäure bei 1 Atm. Ueberdruck 4½ Stunden lang erhitzt. Wendet man die doppelte Menge ½proz. Schwefelsäure an, also auf 1 Teil Stärke 9 Teile der Flüssigkeit, so erzielt man einen Reinheitsquotienten von 95—96. Diese erheblich bessere Verzuckerung wird lediglich durch die größere Menge an Flüssigkeit bewirkt, nicht aber durch die Anwendung der doppelten Säuremenge, denn bei Anwendung von 4½ Teilen 1proz. Säure, also der gleichen Säuremenge, aber der halben Wassermenge läßt sich kein höherer Verzuckerungsgrad als der von 90 erreichen; dieser jedoch in kürzerer Zeit.

Das rationelle Verzuckerungsverfahren von Sorhlet erfordert also die Anwendung geschlossener Apparate, in welchen bei einem Ueberdruck von wenigstens 1 Atm. gekocht werden kann, ferner die Verdampfung von 20proz. Zuckerlösungen. Ein geschlossener Hochdruckapparat wurde bereits vor 20 Jahren von Manbré konstruiert. Wenn derselbe in der Stärkezuckerfabrikation keine Verbreitung fand, so mag zum Teil die unzweckmäßige Vorschrift daran Schuld gewesen sein, nach welcher unter einem Druck von 6 Atm. gekocht werden sollte. Der Umstand, daß nach dem Sorhletschen Verfahren 20proz. Zuckerlösungen zur Verdampfung gelangen, dürfte angesichts der in der Rübenzuckerindustrie hochentwickelten Verdampfungstechnik keine Schwierigkeiten bereiten.

Hat man nun so eine Zuckerlösung von möglichst hohem Reinheitsquotient, so ist es nicht schwer, das noch vorhandene Dextrin wegzuschaffen und vollkommen reinen Stärkezucker zu gewinnen. Sorhlet hat nämlich weiterhin gezeigt, daß

---

*) Reform und Zukunft der Stärkezuckerfabrikation. Zeitschrift für Spiritusindustrie. 1884. S. 195.

Stärkezuckerlösungen von genügender Reinheit und entsprechend hoher Konzentration krystallinisch erstarren, wenn man dieselben bei Temperaturen über 30° C ruhig stehen läßt. Man erhält dadurch eine Masse, welche sich in dem gleichen Stadium weiterer Verarbeitungs- und Reinigungsfähigkeit befindet, wie in der Rübenzuckerfabrikation die Melis-Füllmasse. Es wird sich also aus einem solchen körnig krystallinischen Stärkezucker der eingeschlossene Syrup nach den in der Rübenzuckerfabrikation üblichen Methoden herausschaffen lassen.

Zur Herstellung von festem durchscheinendem Stärkezucker, dem gewöhnlichen Dextrosehydrat $C_6 H_{12} O_6 \cdot H_2 O$ mit deutlich krystallinischer Struktur verfährt man nach Soxhlet folgendermaßen: Eine Stärkezuckerlösung, welche nur wenig fremde Bestandteile enthalten darf, wird im Vakuum konzentriert, bis der Syrup bei 90° C gewogen, ein spez. Gewicht von 1,37—1,38, am besten aber 1,40—1,42 zeigt. Wird der Syrup während der Verdampfung, oder wenn diese unterbrochen wird, trübe, dann sind genug Krystalle zur Einleitung des krystallinischen Erstarrens vorhanden; bleibt aber der Syrup klar, dann muß ein Teil des heißen Syrups stark gerührt werden, bis er trübe wird. Man mischt ihn dem übrigen Syrup bei und füllt ihn in Formen. Um den zähen Syrup leichtflüssiger zu machen, erwärmt man ihn zuvor auf 80—90° C. Die Krystallisation erfolgt am schönsten, wenn die Masse bis zu einer Temperatur von 30—35° C langsam abkühlt und bei dieser Temperatur am besten in einem Wasserbad bis zum völligen Erstarren so gleichmäßig als möglich erhalten wird. Für weniger reine Zuckerlösungen ist eine Temperatur von 35—40°, für reinere eine solche von 40 bis 50° empfehlenswert. Ist die Masse nach 2—3 Tagen fest geworden, so müssen die Formen umgekehrt werden, um die kleinen Flüssigkeitsreste zu verteilen. Die noch in feuchtem Zustande aus den Formen genommenen Stücke werden bei gewöhnlicher Temperatur oder mäßiger Wärme getrocknet.

Ein Verfahren zur Gewinnung von Stärkezucker mit Umgehung der Abscheidung der Stärke wurde Bonbonneau und Forêt patentiert (D. R.-P. Nr. 42 519). Nach demselben sollen Mais, Reis, Roggen ꝛc. in ganzen Körnern, Kartoffeln in Scheiben geschnitten, in geschlossenen Apparaten mit verdünnten Säuren behandelt werden, so daß die in Zucker verwandelte Stärke aus den Zellen herausdiffundiert und nach Abscheidung der Säure in entsprechender Weise gewonnen werden kann.

Ueber praktische Erfolge mit diesem Verfahren ist nichts bekannt geworden.

Auf dem gleichen Prinzipe beruht ein Verfahren von Cords u. Virneisel, welches bezweckt, durch Auslaugung der zweckmäßig zerkleinerten Materialien, insbesondere der Kartoffeln mit säurehaltigem Wasser nach Art des Diffusionsverfahrens Stärkezucker zu gewinnen. Nach E. O. v. Lippmann (Chem. Zeitung 1888 S. 787) ist dieses Verfahren jedoch noch der weiteren Ausbildung bedürftig.

Dagegen ergab ein anderes Verfahren von Cords-Virneisel, bei welchem reinste Stärke mittels Säure in verdünnter Lösung (Soxhlets Forderung entsprechend) verzuckert wurde, ein befriedigendes Ergebnis. Ein nach diesem Verfahren erhaltener Rohzucker lieferte nach dem Auflösen und Filtrieren über Kohle einen wasserhellen Saft, welcher sich im Vakuum „auf Korn“ verkochen ließ. Damit war zum erstenmale nachgewiesen, daß Traubenzuckersäfte von genügender

Reinheit sich ebenso, wie Rübenzuckersäfte auf Krystalle verkochen lassen. Schon nach zwei- bis dreimaligem Nachziehen bildet sich ein sehr egales Korn ganz kleiner sechseckiger Blättchen (Dextrose-Anhydrid), welche regelmäßig weiter wachsen und sehr schöne gleichmäßige Krystalle ergeben.

Nach E. O. v. Lippmann dürfte die Frage der Herstellung von reinem krystallisiertem Traubenzucker in technischer Hinsicht im Prinzipe gelöst sein.

Stärkezuckersyrup.

Bei der Darstellung von Stärkezuckersyrup wird der Kochprozeß so geleitet, daß nachher größere Mengen von Dextrin neben der Dextrose vorhanden sind, wodurch letztere, wie bereits erwähnt, am Krystallisieren verhindert werden soll. Zu dem Behufe wendet man weniger Säure zur Verzuckerung an und kocht man nur so lange, bis mit Jod keine Blaufärbung mehr eintritt. Auf 100 Kilo Stärke wendet man gewöhnlich 300 Liter Wasser mit 2—3 Kilo Schwefelsäure an. Je konzentrierter der Syrup in den Handel gebracht werden soll, um so mehr Dextrin muß er enthalten.

Das Verdampfen der neutralisierten und vom Schlamm befreiten Flüssigkeit wird, wie bei der Erzeugung festen Stärkezuckers, in zwei Phasen vorgenommen, wobei wieder nach dem ersten Eindampfen der ausgeschiedene Gyps entfernt und die Lösung, wenn farbloser Syrup gewonnen werden soll, über Kohle filtriert wird. Das zweite Verdampfen im Vakuum wird fortgesetzt, bis der Syrup heiß gemessen 40—44° Bé zeigt, worauf derselbe noch heiß in die Versandtfässer gefüllt wird.

Der auf 44° Bé konzentrierte Syrup führt die Namen Syrop capillair oder imponderable. Erstere Bezeichnung rührt davon her, daß er sich zu dünnen Faden ziehen läßt, letztere davon, daß in den abgekühlten Syrup das Aräometer nicht mehr einsinkt. Dieser Syrup ist vollkommen klar und farblos und trübt sich selbst bei längerer Aufbewahrung nicht.

Die leichteren Syrupsorten sind entweder farblos oder blaßgelb bis dunkelbraun gefärbt.

Verwendung des Stärkezuckers. Während früher bedeutende Mengen von Stärkezucker zur Verbesserung und Vermehrung des Weines (zum Gallisieren und Petiotisieren) Verwendung fanden, ist derselbe gegenwärtig für den genannten Zweck so gut wie vollständig durch den Rohrzucker verdrängt worden. Die Ursache davon liegt in der mangelhaften Reinheit des Stärkezuckers, insbesondere in dem Gehalte an Dextrin, durch welches ein fremder, nicht vergärbarer und durch chemische Analyse leicht nachweisbarer Bestandteil in den Wein gebracht wird. Aussicht, das Weingebiet wieder zu gewinnen, ist nur vorhanden, wenn reiner Stärkezucker zu einem billigeren Preise als der Rohrzucker in den Handel gebracht wird. Gegenwärtig findet der Stärkezucker noch Absatz in der Bierbrauerei des In- und Auslandes, in der Konditorei zur Herstellung verschiedener Zuckerwaren, ferner in den Haushaltungen als sog. Kochzucker. Aber auch für alle hier in Frage kommenden Zwecke wäre reiner Stärkezucker vorzuziehen, wie das Soxhlet in seinem oben citirten Vortrage „über Reform und Zukunft der Stärkezuckerfabrikation“ überzeugend dargelegt. Wenn die Stärkezuckerfabrikanten in Deutschland sich gleichwohl schwer dazu verstehen können, solchen Zucker in größerem Umfange zu erzeugen,

so scheint mir die Befürchtung daran Schuld zu sein, es könnte dann das im Aussehen dem Rübenzucker ähnliche Produkt mit einer Steuer belegt werden.

Der Stärkezuckersyrup dient zum Einsieden der Früchte, zur Herstellung verschiedener Fruchtsyrupe, ferner als Ersatzmittel für Honig und Kolonialzuckermelasse in der Lebküchnerei und Konditorei.

Sowohl fester Stärkezucker als auch Syrup werden auf Couleur verarbeitet.

Da die Couleurfabrikation häufig im Anschlusse an die Gewinnung des Stärkezuckers betrieben wird, so soll dieselbe hier kurz besprochen werden.

Die **Zuckercouleur** besteht aus karamelisiertem Zucker und Dextrin. Sie kommt teils als konzentrierte Lösung, teils in festem Zustande (in Pulver- oder Plattenform) in den Handel und dient zum Färben von Rum, Kognak, Bier, Wein, Essig 2c., ferner in fester Form als Kaffeesurrogat.

Je nach der Art der Verwendung ist bei der Darstellung der Zuckercouleur etwas verschieden vorzugehen.

Couleur, welche zum Färben von alkoholreichen Flüssigkeiten (Rum) verwendet wird, muß möglichst frei von Dextrin sein, da letzteres durch den Alkohol ausgeschieden wird und Trübung verursacht. Man muß daher für Rumcouleur einen dextrinarmen Stärkezucker verarbeiten. Für die Bereitung von Biercouleur ist dieses weniger von Belang.

Um die Caramelisierung zu unterstützen, wird häufig dem Zucker Soda oder Natron zugesetzt. Ein solcher Zusatz hat bei der Bereitung von Essigcouleur zu unterbleiben, denn einerseits würde durch das Alkali etwas Essigsäure neutralisiert werden, andererseits würde die Essigsäure in der Couleur humussaure Natronverbindungen unter Ausscheidung von Flöckchen zersetzen.

Zur Darstellung von Zuckercouleur wird der feste Stärkezucker oder Stärkezuckersyrup in geräumigen eisernen Kesseln, welche mit Rührwerk, Deckel und Dunstabzug versehen sind, auf freiem Feuer erhitzt. Soda oder Aetznatron (3 kg auf 100 kg Stärkezucker) werden entweder gleich anfangs, oder wenn der Kesselinhalt anfängt Blasen zu werfen, zugesetzt, in letzterem Falle allmählich in kleinen Portionen.

Bei 150° C beginnt sich die Schmelze zu bräunen und wird mit steigender Temperatur immer dunkler. Ueber 200° C soll die Erhitzung nicht gesteigert werden. Das Ende der Operation erkennt der geübte Arbeiter schon an der Farbe der Schmelze. Als Probe dient ihm das Verhalten der Schmelze beim Eintropfen in kaltes Wasser. Die sofort erstarrten Tropfen müssen spröde wie Glas sein und einen bittern Geschmack besitzen.

Zeigt die Schmelze die gewünschte Beschaffenheit, so fügt man unter Umrühren heißes Wasser zu (50 Liter Wasser auf 100 kg Zucker) und prüft darauf die Dichte, welche heißgewogen 35° Bé betragen soll. Je nachdem sich eine Abweichung von dieser Konzentration herausstellt, wird dann noch weiter konzentriert oder mit Wasser verdünnt. Die Lösung wird darauf zur Entfernung kleiner Kohlepartikelchen, welche immer entstehen, filtriert und schließlich, ehe sie auf Lagerfässer gebracht wird, in Bezug auf ihr Verhalten gegen 80prozentigen Alkohol geprüft. Bleibt Alkohol von 80 pCt., zu welchem man einen Tropfen der fertigen Couleur gebracht, klar, so dient letztere als Rumcouleur, trübt er sich, so ist dieselbe nur als Bier- (Wein-) Couleur zu verwenden.

Um die Zuckercouleur in Plattenform herzustellen, wird die Schmelze auf flache Blechpfannen ausgegossen, in welchen sie erstarrt. Die Platten werden noch warm in Stanniol eingeschlagen, da sie sehr hygroskopisch sind. Als Pulver erhält man die Couleur, wenn man die Schmelze in dünnem Strahl auf kaltes Eisenblech oder auf Stein gießt. Die schnell erhärteten Faden lassen sich leicht pulverisieren.

Die Produktion von Stärkezucker im deutschen Zollgebiete während des Betriebsjahres 1889/90.

Staaten und Verwaltungsbezirke	Zahl der in Betrieb gewesenen Fabriken	Menge der zu Stärkezucker verarbeiteten Stärke				Menge des gewonnenen Stärkezuckers			
		Selbstfabrizierte Stärke		Angekaufte Stärke		Stärkezucker in fester Form	Darunter krystallis. Stärkezucker namentlich in Form v. Broden, Platten u. dgl.	Stärkezucker-Syrup	Außerdem Couleur
		nasse	trockene	nasse	trockene				
		100 kg	100 kg	100 kg	100 kg	100 kg	100 kg	100 kg	100 kg
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I. Preußen.									
Prov. Brandenburg	13	180068	2812	436436	7224	164702	2088	209379	22795
Prov. Posen u. Westpreußen	4	58451	—	67081	—	1931	—	71224	2149
Prov. Schlesien	4	10283	24293	4645	10985	192	—	37382	1805
Prov. Sachsen u. Hannover	4	8200	1040	1138	257	528	—	7463	431
	25	257002	28145	509300	18466	167353	2088	325448	27480
II. Baden, Mecklenburg u. Braunschweig	3	24984	—	2400	—	5236	—	11932	—
III. Elsaß-Lothringen	2	5040	—	498	10052	3213	—	9461	—
Insgesamt	30	287026	28145	512198	28518	175802	2088	346841	27480

Dritter Abschnitt.

Rübenzuckerfabrikation.

Der Zucker.

Unter „Zucker" schlechthin versteht man im gewöhnlichen Leben meist das Produkt der Rüben- und Rohrzuckerfabrikation. Da dieser Zucker ursprünglich allein aus dem Zuckerrohr gewonnen wurde, so hat sich in der Wissenschaft die Bezeichnung Rohrzucker oder Saccharose*) für denselben eingebürgert.

Die Saccharose gehört wie die Maltose zu der Gruppe der Disaccharide von der Formel $C_{12} H_{22} O_{11}$.

Sie krystallisiert in wasserfreien, farblosen, dem monoklinischen System angehörigen Krystallen vom spez. Gewicht 1,58.

In Wasser ist sie leicht löslich. Eine gesättigte Lösung enthält schon bei 0° C 64,7 pCt. und bei 100° C 82,5 pCt. Zucker. (Flourens.)

Der Siedepunkt einer wässerigen Lösung steigt mit der Konzentration derselben. So siedet eine 10prozentige Lösung bei 100,4° C, eine 92prozentige bei 130° C.

In absolutem Alkohol ist der Rohrzucker schwer löslich, in Weingeist um so löslicher, je verdünnter derselbe ist. In Aether ist er unlöslich.

Um Rohrzucker mit Hilfe von Alkohol rasch umzukrystallisieren, löst man zwei Teile Zucker in ein Teil Wasser und setzt zwei Volumen absoluten Alkohol zu. Beim Umrühren scheidet sich alsbald die Hauptmenge des Zuckers in Form feiner Krystalle ab. (Landolt.)

Manche Salze lösen sich in zuckerhaltigem Wasser reichlicher als in reinem Wasser, so besonders Gyps, ferner kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk und Strontian.

Der Rohrzucker dreht in Lösung die Ebene des polarisierten Lichtes nach rechts und zwar ist $[\alpha]_D = 66,5$ für Lösungen bis zu 25 pCt. In sehr konzentrierten und in sehr verdünnten Lösungen ist die Drehung etwas geringer. Ebenso wird durch die Anwesenheit von Alkalien und Erdalkalien die Drehung vermindert. Bleiessig ist so gut wie ohne Einfluß auf dieselbe.

---

*) Saccharum officinarum, Zuckerrohr.

Durch die Einwirkung verdünnter Säuren wird der Rohrzucker unter Wasseraufnahme in Detroſe und Levuloſe geſpalten:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = \underset{\text{Dextroſe}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Levuloſe.}}{C_6H_{12}O_6}$$

Man nennt dieſen Vorgang Inverſion (Umkehrung), weil die Rechtsdrehung des Rohrzuckers bei demſelben in Linksdrehung umgewandelt (invertiert) wird, was davon herrührt, daß die Levuloſe ſtärker nach links als die gleichzeitig entſtandene Dextroſe nach rechts dreht. Das Gemenge von Dextroſe und Levuloſe heißt Invertzucker. Die Invertierung des Zuckers wird ſchon durch ſehr ſchwache Säuren wie Kohlenſäure und ſchweflige Säure herbeigeführt. Unter geeigneten Bedingungen ſind äußerſt geringe Mengen von Säuren ausreichend. Es gilt dies insbeſondere von der kräftig wirkenden Salzſäure. Nach Wohl*) erhält man durch Zuſammenſchmelzen von 80 Teilen reinem Zucker mit 20 Teilen Waſſer, welches 0,004 Teile Salzſäure ($^5/_{1000}$ pCt. auf Zucker berechnet) enthält, bei einſtündiger Digeſtion in ſiedendem Waſſer einen völlig farbloſen und reinen Invertzucker. Bei Anwendung zu großer Säuremengen und bei zu langem Erhitzen entſtehen aus den Glykoſen, beſonders der Levuloſe, dextrinartige Produkte (Reverſionsprodukte), welche die Invertierung unvollſtändig erſcheinen laſſen.

Durch konzentrierte Säuren wird der Zucker zerſtört. Salpeterſäure liefert Oxalſäure.

Gegen verdünnte Alkalien iſt der Zucker nicht empfindlich.

Fehling'ſche Löſung wird bei kurzem Kochen durch den Rohrzucker nicht reduziert.

Mit Phenylhydrazin liefert er Glykoſazon.

Vorſichtig erhitzt ſchmilzt der Rohrzucker bei 160° C. Die Schmelze erſtarrt zu einer amorphen Maſſe, welche nach einiger Zeit wieder kryſtalliniſch wird. Längere Zeit auf 170° C erhitzt, wird der Zucker in Dextroſe und Levuloſe zerſetzt. Bei 180—200° C färbt er ſich, je nach der Dauer des Erhitzens, gelb oder braun, unter Bildung von Karamel.

Durch die meiſten Hefearten wird der Rohrzucker leicht vergoren (in Alkohol und Kohlenſäure geſpalten), wobei er jedoch zuerſt durch ein in der Hefe vorhandenes Enzym, das Invertin, in Dextroſe und Levuloſe übergeführt wird.

Auch verſchiedenen Spaltpilzgärungen, wie der Milchſäure-, Butterſäure-, Schleimgärung u. a. kann der Rohrzucker als Subſtrat dienen.

Mit Kalk, Strontian, Baryt und anderen Metalloxyden bildet der Zucker Verbindungen, Saccharate genannt. Für die Zuckertechnik ſind indeſſen nur die Kalk- und Strontianſaccharate von Intereſſe. Das Barytſaccharat kann, obwohl es ſich leicht abſcheiden läßt, der giftigen Eigenſchaft des Baryts wegen nicht in Betracht kommen.

Das einbaſiſche oder Monocalcium-Saccharat $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot CaO$ iſt in Waſſer leicht löslich. Es bildet ſich, wenn man in der Kälte eine Zuckerlöſung mit Kalkmilch verſetzt. Erhitzt man eine klare Löſung des Saccharates, ſo ſcheidet ſich unlösliches Trikalciumſaccharat $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 3\,CaO$ aus, während zwei Moleküle Zucker frei werden. Beim Abkühlen bildet ſich Monoſaccharat wieder zurück; es tritt daher wieder Löſung ein.

---

*) Berichte der deutſchen chem. Geſellſchaft. XXIII, 2084.

Interessant ist die Bildung von Trikalciumsaccharat beim Vermischen von verdünnten Zuckerlösungen mit äußerst fein gepulvertem, gebranntem Kalk, wobei die Temperatur der Flüssigkeit 35° C nicht übersteigen darf. Anfangs löst sich der Kalk auf, bei fortgesetztem Zusatze fällt der Zucker vollständig als Trisaccharat aus. Kalciumbisaccharat $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 2\,CaO$ kann nach v. Lippman in schönen weißen Krystallen von oft bedeutender Größe erhalten werden. Die Kalksaccharate spielen bei der Reinigung des Rübensaftes und in der Melasseentzuckerung eine wichtige Rolle.

Der Strontian bildet zwei Saccharate. Das Monostrontiumsaccharat $C_{12}H_{22}O_{11}\,SrO$ entsteht, wenn man einen Teil Zucker mit einem Teil kristallisierten Strontianhydrates in drei Teilen heißen Wassers gelöst vermischt und die Mischung nach dem Eintragen von Saccharatkrystallen während des Erkaltens durchrührt. Das Saccharat scheidet sich als Krystallbrei ab, welcher durch Waschen mit Strontianwasser gereinigt werden kann.

Das Bistrontiumsaccharat $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 2\,SrO$ scheidet sich als schwerer, sandiger Niederschlag ab, wenn man eine etwa 15prozentige Zuckerlösung mit drei Teilen Strontianhydrat auf einen Teil Zucker versetzt und kocht.

Die Strontiansaccharate dienen zur Entzuckerung der Melasse nach dem Verfahren von Scheibler. Sie zerfallen unter gewissen Bedingungen sehr leicht in Zucker und Strontianhydrat.

Saccharimetrie.

Die Saccharimetrie umfaßt jene Methoden zur quantitativen Bestimmung des Rohrzuckers, welche auf den Beziehungen des spezifischen Gewichts von Rohrzuckerlösungen zu deren Zuckergehalt und jene, welche auf dem Verhalten solcher Lösungen gegen polarisiertes Licht beruhen.

Man unterscheidet demnach eine densimetrische oder aräometrische und eine optische Saccharimetrie.

Beide Methoden sind für den technischen Betrieb der Zuckerfabrikation von größter Bedeutung.

Die **densimetrische Saccharimetrie.** Der Rohrzucker hat das spez. Gewicht 1,58. Wässerige Lösungen haben daher ein höheres spez. Gewicht als Wasser und zwar ein um so höheres, je mehr Zucker sie enthalten. Kennt man nun die Beziehungen zwischen dem spez. Gewicht und dem Zuckergehalt wässeriger Zuckerlösungen, so kann man durch die Bestimmung des ersteren den Zuckergehalt der Lösung ermitteln und zwar natürlich um so genauer, je sorgfältiger jene Beziehungen festgestellt sind und je feinere Methoden man zur spez. Gewichtsbestimmung anwendet.

In Deutschland sind gegenwärtig für die Ermittelung des Zuckergehaltes aus dem spez. Gewichte ganz allgemein die von Brix auf Grund der Ballingschen Experimentaluntersuchungen erstellten Tabellen in Gebrauch. Da die Dichte der Zuckerlösungen, wie die aller Lösungen, mit wechselnder Temperatur erheblichen Schwankungen unterliegt, so hat man die Bestimmung der spez. Gewichte stets bei der gleichen Temperatur, für welche die Tabelle berechnet ist, vorzunehmen, oder die bei einer anderen Temperatur erhaltenen Resultate entsprechend zu korrigieren. Als Normaltemperatur für die Brixsche oder Ballingsche Tabelle gilt 14° R

= 17,5° C. In neuester Zeit hat nun Scheibler*) ausführliche Tabellen herausgegeben, denen 15° C als Normaltemperatur zu Grunde gelegt ist. Da diese Normaltemperatur in der Alkoholometrie bereits Geltung hat und bei wissenschaftlichen Untersuchungen fast allgemein gebräuchlich ist, so ist es im höchsten Grade wünschenswert, daß dieselbe auch in der Saccharimetrie Eingang finde und die Scheiblersche Tabelle an die Stelle der Brixschen bezw. Ballingschen trete.

Für die Ermittelung des spez. Gewichts von Zuckerlösungen kann man sich selbstverständlich einer jeden bewährten Methode bedienen: der pyknometrischen, der Mohrschen Wage und der aräometrischen. In der Praxis des Fabrikbetriebes bedient man sich nun vorzugsweise der letzteren, als der am bequemsten und raschesten ausführbaren.

An jedem Aräometer unterscheidet man bekanntlich die Spindel und den Senkkörper. Auf der Spindel ist die Skala des Instrumentes aufgetragen. Die in der Zuckerfabrikation üblichen Aräometer haben nun statt der spez. Gewichte die entsprechenden Zuckerprozente (Gewichtsteile Zucker in 100 Gewichtsteilen der Lösung) auf der Spindel aufgezeichnet. Solche Instrumente heißen dann Saccharometer und die abgelesenen Zuckerprozente bezeichnet man als Saccharometergrade oder Grade Balling, Grade Brix u. s. w.

Je dünner die Spindel und je größer der Senkkörper ist, um so größer werden die Abstände der Teilstriche auf der Spindel, um so sicherer und genauer wird die Ablesung, um so weniger Grade können aber auch auf der Spindel untergebracht werden, wenn dieselbe nicht eine unhandliche Länge erhalten soll. Man braucht daher auch verschiedene Spindeln in den Zuckerfabriken, solche von 0—25 pCt. in Fünftelgrade, von 20—60 und von 50—90 pCt. in halbe Grade geteilt und im Laboratorium Spindeln von 1—10, 10—20, 20—30 pCt. mit Zehntelteilung u. a.

Die im Betriebe gebräuchlichen Saccharometer haben im Senkkörper meist ein Thermometer angebracht, so daß mit der Spindelung gleichzeitig die Temperatur der zu prüfenden Flüssigkeit abgelesen werden kann. Für geringe Temperaturabweichungen ist die vorzunehmende Korrektur gleich neben der Thermometerskala angegeben. Bei größeren Unterschieden in der Temperatur kann man sich zur Reduktion auf 17,5° C der von Stammer in einfachere Form gebrachten Gerlachschen Tabelle bedienen.

Scheibler hat seinen Tabellen zur Ermittelung des Gehaltes von Zuckerlösungen durch Bestimmung des spez. Gewichts derselben bei 15° C ebenfalls eine Korrekturtabelle beigegeben, welche einerseits die Temperaturen von 0—50° C nach ganzen Graden, andererseits die Zuckerprozente von 0—75 pCt. fortschreitend nach $^1/_{10}$ pCt. umfaßt.

Beim Gebrauch des Saccharometers hat man darauf zu achten, daß dasselbe in der Flüssigkeit frei schwimmt und nirgends die Wand des Standgefäßes berührt. Um die Saccharometeranzeige abzulesen, bringt man das Auge in die Höhe des Flüssigkeitsspiegels und notiert den Teilstrich, welcher mit demselben zusammenfällt. An der Spindel zieht sich durch Abhäsion stets ein kleiner Flüssigkeitswulst, je nach

*) Die Gehaltsermittelung der Zuckerlösungen durch Bestimmung des spezifischen Gewichtes derselben bei der Temperatur von + 15° C von Dr. C. Scheibler, Kaiserl. Geheimen Regierungsrat u. Professor der Chemie. — Berlin 1891.

der Dicke der Spindel, mehr oder weniger hoch hinauf. Derselbe wird beim Ablesen nicht berücksichtigt, sondern man geht, wie bemerkt, von der Oberfläche der Flüssigkeit aus.

Für die genauere Dichtigkeitsbestimmungen wendet man die zuerst von Scheibler empfohlene Mohrsche Wage an.

Im technischen Betriebe der Zuckerfabrikation findet nun das Saccharometer oder die Spindel eine ausgedehnte Verwendung zur Ermittelung der Konzentration von Zuckerlösungen, welche, wie der Rübensaft, der Diffusionssaft, der Dünnsaft, Dicksaft u. s. w., stets noch mehr oder weniger Nichtzuckerstoffe enthalten. In diesem Falle kommt die Saccharometeranzeige nicht mehr ausschließlich durch den Zuckergehalt, sondern durch die Gesamtsumme der in Lösung befindlichen Stoffe oder die Trockensubstanz zustande. Da jedoch die Nichtzuckerstoffe des spez. Gewichts dieser Lösungen nicht in dem gleichen Sinne beeinflussen wie der Zucker, so giebt die Saccharometeranzeige den Trockensubstanzgehalt auch nur annähernd an, weshalb man denselben durch das Saccharometer ermittelt, als den „scheinbaren Gehalt“ bezeichnet. Der wirkliche Trockensubstanzgehalt wird durch Abdampfen einer gewogenen Menge der Lösung und durch Wägung des Rückstandes erhalten. Dieses Verfahren beansprucht viel Zeit und Arbeit und läßt sich daher im Betriebe nicht regelmäßig durchführen. Man begnügt sich indessen um so eher mit der leicht und rasch auszuführenden Spindelung der Säfte, da der scheinbare Gehalt von dem wirklichen nicht erheblich abweicht und derselbe ebenso gut wie letzterer als Vergleichswert brauchbar ist.

Bei dem Nichtzuckergehalte der im Betriebe vorkommenden Säfte vermag also das aräometrische Saccharometer seine eigentliche Bestimmung, den Zuckergehalt anzugeben, nicht zu erfüllen. Diesen zu ermitteln, gestattet jedoch die optische Methode der Saccharimetrie. Indem man dann den auf optischem Wege ermittelten Zuckergehalt von dem durch Spindelung erhaltenen Trockensubstanzgehalt eines Saftes abzieht, erfährt man annähernd den Gehalt desselben an Nichtzuckerstoffen. Die Kenntnis all dieser Werte ist für die Praxis der Zuckerfabrikation von größter Bedeutung.

Anhangsweise muß hier noch das Aräometer von Baumé erwähnt werden, da dasselbe noch immer vielfach in den Zuckerfabriken gebraucht wird. Es giebt Baumésche Aräometer für Flüssigkeiten, welche spez. leichter und für solche, welche spez. schwerer sind als Wasser. Für den Betrieb der Zuckerfabrikation kommen lediglich die letzteren in Betracht, deren Einteilung eine 10proz. Kochsalzlösung in der Weise zu Grunde gelegt ist, daß der Punkt, bis zu welchem die Spindel in einer solchen Lösung einsinkt, mit 10, und der, bis zu welchem dieselbe in reinem Wasser eintaucht, mit 0 bezeichnet ist. Der Zwischenraum zwischen den beiden Punkten ist in 10 gleiche Teile geteilt und diese Teilung nach abwärts fortgesetzt. Als Normaltemperatur gilt meist 17,5° C. Es kommen aber auch Instrumente vor für 12,5° C und 15° C. Bei jedem Instrument muß natürlich angegeben sein, auf welche Temperatur es bezogen ist. Die Angaben des Bauméschen Aräometers stehen in keinem einfachen Verhältnis zum Zucker- (bezw. Trockensubstanzgehalt) der verschiedenen Lösungen. Um danach deren wirklichen Gehalt zu ermitteln, hat man eine entsprechende Tabelle nötig.

Eine solche Tabelle, welche die spez. Gewichte reiner Zuckerlösungen und die

diesbezüglichen Angaben der Aräometer von Brix und Baumé bezogen auf 17,5°C umfaßt, ist von Mategczek und Scheibler mitgeteilt worden.

Optische Saccharimetrie. Den Zuckergehalt von Säften und von festen Produkten der Zuckerfabrikation ermittelt man im Betriebe mittels des optischen Saccharimeters, des Polarisationsapparates.

Die Polarisationsapparate können je nachdem sie vorwiegend für wissenschaft- oder für technische Zwecke bestimmt sind, in zwei Klassen unterschieden werden.

Die für wissenschaftliche Zwecke bestimmten Apparate — auch Polaristrobometer genannt — besitzen eine Skala mit der Gradeinteilung des Kreises. Bei Anwendung dieser Instrumente berechnet man die Konzentration (c) einer Lösung nach der Biot'schen Formel $[\alpha]_D = \frac{100\ \alpha}{l \cdot c}$, worin $[\alpha]_D$ das spezifische Drehungsvermögen der Substanz, α den abgelesenen Drehungswinkel der Lösung und l die Länge des Beobachtungsrohres in Dezimetern bedeutet. Für Rohrzucker würde sich demnach der Ausdruck ergeben $c = \frac{100 \cdot \alpha}{2 \cdot 66{,}5}$ beim Gebrauche eines Beobachtungsrohres von 2 d Länge. Die Konzentration (c) giebt an, wieviel Gramm der optisch aktiven Substanz in 100 cc der Lösung enthalten sind. Um den Prozentgehalt (gr in 100 gr) zu erfahren, muß daher c durch das spezifische Gewicht der Lösung dividiert werden.

Der älteste und einfachste hierher gehörige Apparat ist der von Mitscherlich; ferner sind zu erwähnen der Apparat von Wild, der Halbschattenapparat von Laurent und der Apparat von Landolt-Lippich, welcher $^1/_{100}$ Grad abzulesen gestattet.

Die technischen Apparate oder Saccharimeter sind zur Vermeidung von zeitraubenden Rechnungen mit einer Skala versehen, welche bei Abwägung bestimmter Mengen (des Normalgewichts) direkt den Zuckergehalt in Prozenten abzulesen gestattet. Solche Skalen giebt es für verschiedene Konstruktionen von Apparaten verschiedene. So liegt dem in Frankreich üblichen Duboscque'schen Apparate ein Normalgewicht von $16{,}_{35}$ bezw. $16{,}_{192}$ gr Zucker in 100 cc und der Zuckerskala des Wildschen Apparates ein solches von 40 gr Zucker in 100 cc zu Grunde.

In Deutschland bedient man sich allgemein des Ventzke-Soleilschen, von Schmidt und Hänsch vielfach verbesserten Instrumentes. Die Skala desselben bezieht sich auf eine Zuckerlösung vom spez. Gewicht 1,10 bei 17,5° C, welche in 100 cc $26{,}_{048}$ gr Zucker enthält. Eine solche Zuckerlösung dreht an der Kreisskala im Zweidezimeter-Rohr den Strahl D um 34,55 Grad, und den Strahl j um 39,10 Grad.

Diese Werte sind an der Skala der Soleil-Ventzkeschen Apparate in 100 Teile geteilt.

Jeder Grad giebt also bei Anwendung des 2d-Rohres einen Gehalt von 0,26048 gr Zucker in 100 cc Flüssigkeit an.

Wägt man von der zu analysierenden zuckerhaltigen Substanz das Normalgewicht von $26{,}_{048}$ gr ab, löst diese Menge in Wasser und füllt zu 100 cc auf, so ergiebt die Polarisation direkt den Prozentgehalt.

Die gebräuchlichsten Zuckerpolarisationsapparate sind der Apparat von Ventzke-Soleil-Scheibler, der Halbschattenapparat mit Keilkompensation nach dem

Prinzip Jelett-Cornu und der Apparat mit doppelter Keilkompensation, beide von Schmidt & Hänsch, Berlin.

Ueber die Ausführung der Polarisationen siehe „Anleitung zur Untersuchung der für die Zuckerindustrie in Betracht kommenden Rohmaterialien, Produkte, Nebenprodukte und Hilfssubstanzen" von Dr. R. Frühling und Dr. J. Schulz, Braunschweig 1891.

Die Rübe.

Die Zuckerrübe gehört zur Gattung Beta der Familie Chenopodiaceae. Sie ist durch Kultur aus der an den Meeresgestaden auf den kanarischen Inseln und in der ganzen Mittelmeerregion wildwachsenden Beta maritima hervorgegangen. Die wildwachsende Stammform ist eine einjährige Pflanze, die kultivierte Rübe eine zweijährige. Letztere treibt im zweiten Jahre einen Stengel, trägt Blüten und Samen. Zuweilen kommt es jedoch vor, daß die Zuckerrübe schon im ersten Jahre einen Stengel treibt. Dieses „Schossen der Rübe" will man namentlich beobachtet haben, wenn deren Wachstum eine vorübergehende Störung erlitt, wenn z. B. längere Zeit Dürre herrschte und darauf starker Regen einfiel, oder wenn die jungen Pflänzchen unter Frost zu leiden hatten.

Für die Zwecke der Zuckerfabrikation wird die Rübe im Herbste des ersten Jahres geerntet.

Durch fortgesetzte Kultur und Züchtung sind mehrere Varietäten entstanden, welche sich durch die Gestalt und Farbe der Blätter, Form und Farbe der Wurzel, die Vegetationsdauer, den Gehalt an Zucker und Nichtzucker u. s. w. unterscheiden.

In Deutschland hat sich insbesondere Knauer, in Frankreich Vilmorin um die Rübenzucht verdient gemacht.

Als vielfach angebaute und beliebte Rübensorten sind zu erwähnen:

die Knauersche Imperial- und Elektoralrübe, die Kleinwanzlebener Rüben, die von Bestehorn, Vilmorin, die weiße schlesische Rübe.

Von einer guten Zuckerrübe verlangt man heutzutage allgemein folgende Eigenschaften:

1) einen möglichst hohen Zuckergehalt bei nicht zu geringem Ernteertrag;

2) eine regelmäßige, kegel- oder birnförmige Gestalt mit möglichst wenig Seitenwurzeln und geringen Vertiefungen. Letztere erschweren die Reinigung, da sie kleine Steinchen und Sand festhalten und geben Veranlassung zu Verlusten;

3) ein dichtes und weißes Fleisch; solche Rüben sind meist zuckerreich, haltbar und lassen sich gut verarbeiten;

4) einen möglichst kleinen, nur wenig aus der Erde hervorragenden Kopf. Da der Kopf sehr arm an Zucker ist, so muß er vor der Verarbeitung abgeschnitten werden. Bei einem großen Kopf ergeben sich dadurch erhebliche Verluste.

5) Das mittlere Gewicht der Rübe soll $^3/_4$—1 kg nicht übersteigen. Kleine Rüben sind häufig holzig, enthalten wenig Saft und geben neben einem geringeren Ernteerträgnis viel Abfall. Große Rüben sind zwar meist saftreich, allein der Saft ist weniger zuckerreich und von geringerer Reinheit. Die Rüben selbst sind weniger haltbar.

Für die Erzielung einer guten Rübe ist vor allem ein guter Samen erforderlich, welcher von zuckerreichen, die genannten Eigenschaften in sich vereinigenden Rüben stammt.

Die Auswahl der Samenrüben erfordert daher große Sorgfalt und Sachkenntnis.

Gewöhnlich im April bis Mitte Mai wird der Rübensamen auf dem gut vorbereiteten Felde ausgesät in Reihen, welche 30—40 cm von einander entfernt sind. Sobald die Pflänzchen aufgegangen sind, beginnt man den Boden zur Entfernung des Unkrautes und zur Auflockerung zu hacken. Diese Operation, welche mehrmals zu wiederholen ist, trägt wesentlich zur Erzeugung einer zuckerreichen Rübe und eines guten Ernteertrages bei. Wenn die Pflänzchen sich soweit entwickelt haben, daß man sie gut fassen kann, schreitet man zum Verziehen, indem man die zu dicht stehenden Pflanzen entfernt und so den stehengebliebenen entsprechenden Raum zu ihrer Entwicklung schafft. Dabei nimmt man darauf Bedacht, vor allem die schwachen und etwa andere als zur angebauten Sorte gehörige Exemplare zu beseitigen. Durch das Verziehen bringt man die Rüben auf Abstände von 25—30 cm.

Die Bildung des Zuckers erfolgt in den Blättern unmittelbar unter dem Einflusse des Sonnenlichtes. Schon in den ersten Monaten, wenn das Gewicht der Rübe kaum 1 gr beträgt, enthält sie nach Girard schon 1,5 pCt. Zucker. Alsdann arbeitet die Pflanze vorwiegend an der Herstellung ihrer Blätterbestandteile. Von Mitte Juli ab erzeugen darauf die Flächen der Blätter unter dem Einflusse des Sonnenlichtes neue Zuckermengen, wovon sie jeden Tag einen Teil, etwa 1 gr, durch die Stiele in den Wurzelstock senden. Zugleich wird dem Boden durch die Würzelchen eine wechselnde Menge Wasser und Aschenbestandteile entnommen und nach dem Wurzelstock und der Blattkrone befördert. Die Zunahme des Zuckergehaltes der Rübe ist innig mit den meteorologischen Verhältnissen verknüpft. Bei vielem Regen wird die Rübe zuckerarm und wasserreich, indem an der Gewichtszunahme der Rübe statt des Zuckers das Wasser beteiligt ist.

Im September oder Oktober sind die Rüben reif. Zu dieser Zeit werden die unteren, dann auch die oberen Blätter gelb. Solange die Blätter noch grün sind, wächst die Rübe noch und ist bei sonnigem, warmem Wetter imstande, ihren Zuckergehalt zu vermehren. Wenn daher auch die meisten Fabriken im September ihren Betrieb aufnehmen, so wird doch nicht gleich die Ernte vollständig vorgenommen, sondern nur in dem Maße, daß die Fabrik genügend mit Rüben versehen ist. Doch trachtet man die Ernte vor dem Eintritt starker Fröste in der ersten Hälfte des Oktobers zu beenden.

Ueber den Ertrag an Rüben in den letzten 10 Jahren giebt die folgende kleine Tabelle Aufschluß. Es wurden geerntet:

1881/82:	344 MC	pro Hektar
1882/83:	299	„ „ „
1883/84:	329	„ „ „
1884/85:	300	„ „ „
1885/86:	302	„ „ „
1886/87:	300	„ „ „

1887/88: 264 MC pro Hektar
1888/89: 282 „ „ „
1889/90: 329 „ „ „
1890/91: 322 „ „ „

Die aus der Erde gehobenen Rüben werden vorsichtig, ohne sie zu verletzen, von den Blättern befreit, indem man den Kopf mit den Blättern mit einem Schnitte abtrennt. Die gelben Blätter läßt man auf dem Felde liegen, die grünen verwendet man als Viehfutter oder läßt sie auch auf dem Felde. Für eine lange Aufbewahrung und für die Verfütterung selbst hat sich die Einsäuerung der Blätter als zweckmäßig erwiesen.

Die geernteten Rüben müssen bis zu ihrer Verarbeitung, gegen Witterungseinflüsse geschützt, so aufbewahrt werden, daß sie sich möglichst wenig verändern können. Da die Rübenzelle bis zur Verarbeitung der Rübe fortlebt und fortleben muß, denn sonst würde sie, wie jeder tote Organismus, alsbald der Zersetzung anheimfallen, so spielen sich in ihr fortwährend chemische Prozesse ab. Es ist daher unmöglich, jede Veränderung in der Rübe bei der Aufbewahrung hintan zu halten. Diese Veränderungen machen sich nun insbesondere durch eine Abnahme des Zuckers durch Atmung in unliebsamer Weise bemerklich. Da die Atmung und damit die Zuckerzersetzung um so lebhafter ist, je höher die Temperatur steigt, so hat die Aufbewahrung vor allem einer Erwärmung der Rüben vorzubeugen, ohne jedoch dem Froste Zutritt zu gestatten. Zu dem Behufe legt man sog. Mieten an, indem man in der Erde eine etwa 30 cm tiefe Grube von $1^1/_2$—$1^3/_4$ m Breite und 30—200 m Länge aushebt, in welcher die Rüben 1—$1^1/_2$ m hoch in einem dachförmigen Haufen mit schräg verlaufenden Längs- und Querseiten aufgeschichtet werden. Darauf werden die Rüben je nach Bedarf mit einer entsprechenden Erdschicht von $^1/_2$ — 1 m Dicke bedeckt. Während bei dieser Art Mieten die Luftzirkulation auf ein Minimum beschränkt ist, will man in neuerer Zeit mit großen Mieten, welche so angelegt sind, daß sie durchlüftet werden können, günstigere Erfahrungen in Bezug auf die Konservierung der Rüben gemacht haben.

Bau und Zusammensetzung der Rübe. In dem Bau der Rübe haben wir wesentlich drei Elemente zu unterscheiden:

1. Das Oberhautgewebe.
2. Die Gefäßbündel.
3. Das Parenchymgewebe.

Das Oberhautgewebe bildet die Umhüllung der Rübe. Es besteht aus polygonalen, platt anliegenden, langgestreckten Zellen und dient zum Schutze der Rübe gegen äußere Einflüsse. In diesen Zellen sind häufig Farbstoffe abgelagert, welche der Rübe die bekannte Farbe verleihen. In den aus der Erde hervorragenden Teilen des Kopfes findet sich Chlorophyll. Auf das Oberhautzellgewebe kommt ein aus zwei Lagen bestehende Schicht von Zellen, welche man als Rindenzellgewebe bezeichnet. Sie bildet den Uebergang vom Oberhaut- zum Parenchymgewebe.

Die Gefäßbündel bestehen aus verschiedenartigen, umgewandelten Zellen. Sie vermitteln das Wachstum der Rübe, indem sie einerseits die durch die Wurzeln aufgenommenen Nährstoffe den Blättern zuführen und andererseits den Saft aus diesen wieder nach unten leiten. Die Gefäßbündel stehen, wie man an einem Querschnitt durch die Rübe wahrnehmen kann, in konzentrischen Kreisen. Indem sich die inneren in

größeren, die äußeren in kleineren Entfernungen von einander nach der Spitze zu fortsetzen, bilden sie eine Reihe von übereinandergeschobenen Kegelmänteln. Die Gefäßbündel enthalten keinen Zucker. Derselbe ist lediglich im Parenchymgewebe abgelagert.

Das Parenchym bildet das Grundgewebe, in welchem die Gefäßbündel eingelagert sind. Die Parenchymzellen sind von unregelmäßiger Gestalt, mit einer zarten, aus Cellulose bestehenden Membran umgeben, an welche sich eine dünne Schicht von feinkörnigem Protoplasma anschließt. Das Innere der Zelle ist von farblosem, Zucker führendem Safte erfüllt. Die Zellen sind durch Interzellularsubstanz (Arabinsäure) untereinander verkittet. Bei ihrer unregelmäßigen Gestalt berühren sie sich indessen nicht überall allseitig, so daß kleine Hohlräume entstehen können, welche mit Luft (Kohlensäure) erfüllt sind. Für die Verarbeitung der Rübe ist das Parenchym natürlich von großer Bedeutung. Dasselbe ist jedoch nicht vollkommen gleich, sondern es sind in demselben zwei Teile zu unterscheiden. Der den Gefäßbündeln nahe oder zwischen denselben liegende Teil, aus kleineren, mehr gestreckten Zellen bestehend, führt einen zuckerreicheren Saft und wird mit einem besonderen Namen als „Zuckerscheide" bezeichnet. Der andere entferntere Teil besteht aus größeren, zuckerärmeren Zellen.

So einfach der anatomische Bau der Zuckerrübe sich darstellt, so können doch die Qualität derselben in hohem Grade beeinflußende Verschiedenheiten in der Entwickelung des Gefäßbündelsystems einerseits und des Parenchymgewebes andererseits vorkommen. So wird eine Rübe, je mehr die Gefäßbündel in ihr entwickelt sind und je mehr diese verholzt sind, ein um so geringeres Volumen und eine um so geringere Ertragsfähigkeit besitzen; um so mehr aber wird sie zum Aufschuß geneigt sein und um so fester wird ihr Fleisch sein. Je mehr die Zuckerscheide entwickelt ist, um so zuckerreicher ist die Rübe. Je mehr das übrige nicht zur Zuckerscheide gehörige Parenchymgewebe entwickelt ist und je größer die Zellen derselben sind, desto saftreicher werden die Rüben sein, desto weicher ihr Fleisch und desto geringer ihre Haltbarkeit. Bei größeren Volumen und wahrscheinlich auch größerer Ertragsfähigkeit wird aber auch der Zuckergehalt um so geringer sein. (Hellriegel.)

Schindler und Proskowetz haben in einer umfassenden Untersuchung zur Charakteristik typischer Zuckerrübenvarietäten gezeigt, daß zweifellos auch in dem anatomischen Bau der Charakter der Varietät sich ausdrückt.

Inbezug auf die Zusammensetzung der Rübe unterscheidet man im Sinne des Fabrikbetriebes zwischen dem in Wasser unlöslichen Teil, welchen man als Mark, und dem in Wasser löslichen, welchen man als Saft bezeichnet.

Die durchschnittliche Zusammensetzung der Zuckerrübe ergiebt sich gegenwärtig aus folgenden Zahlen:

Zucker	13—14	pCt.,
Lösliche Nichtzuckerstoffe	2—3	„
Mark	4—5	„
Wasser	78—80	„

Im Zuckergehalte der Rüben kommen je nach den einzelnen Gegenden, den Düngungs-, Boden- und klimatischen Verhältnissen bedeutende Schwankungen vor. Selbst auf ein und demselben Felde kann es nebeneinander Rüben mit 10 pCt. und mit 20 pCt. Zucker geben. In Deutschland werden in der Provinz Sachsen

und den angrenzenden Staaten die zuckerreichsten Rüben gezogen. Im Osten und Westen Deutschlands sind sie von niedrigerem Zuckergehalt.

Der Gehalt der Rübe an trockenem Mark beträgt durchschnittlich 4—5 pCt. Man hat daher den mittleren Saftgehalt gleich 95—96 pCt. angenommen. Nun hat aber Scheibler gezeigt, daß das Mark in der Rübe eine gewisse Menge zuckerfreies Wasser, gewissermaßen als Hydratwasser gebunden, enthält. Um diese Wassermenge verringert sich nun der Saftgehalt der Rübe, sofern man unter Saft die in der Rübe vorhandene (noch fremde Stoffe enthaltende) Zuckerlösung versteht, wodurch die obige Annahme hinfällig wird.

Mit Berücksichtigung des im Marke gebundenen Wassers ergab sich im Mittel von mehreren Analysen vielmehr folgende Zusammensetzung der Rübe:

Mark	Markentrockensubstanz . . .	4,7	9,7 pCt.
	Gebundenes Wasser	5,0	
Saft	. . . .	90,3	„

Das Mark — aus Zellmembranen, Fragmenten der Gefäßbündel, den Oberhautzellen und der Intercellularsubstanz bestehend — enthält vorwiegend Arabinsäure und Pararabin, daneben Cellulose, Pektinstoffe, Proteïnstoffe, Fett und Mineralstoffe.

Der Saft hat folgende durchschnittliche Zusammensetzung:

Wasser	. . . .	84	pCt.
Zucker	. . . .	14	„
Nichtzucker-	organische Stoffe . .	1,5	„
	mineralische „ . .	0,5	„

Die organischen Nichtzuckerstoffe unterscheidet man in stickstoffhaltige und stickstofffreie.

Erstere, welche in einer durchschnittlichen Menge von 0,5—1,0 pCt. in der Rübe enthalten sind, bestehen wesentlich aus Eiweiß, Glutamin, Asparagin und Betaïn.

Unter den stickstofffreien Stoffen sind besonders die Pflanzensäuren in Form saurer und neutraler Salze vertreten, wie Zitronensäure, Oxalsäure, Aepfelsäure, Gerbsäure und Weinsäure. Neben geringen Mengen Farbstoff und Fett finden sich noch andere, nicht näher gekannte Stoffe, ferner eine Zuckerart, die Raffinose, welche besonderes Interesse beansprucht und daher etwas eingehender besprochen werden soll.

Die Raffinose, welche einen unliebsamen Begleiter des Rübenzuckers darstellt, insofern sie einerseits unter Umständen die Untersuchung der Zuckerprodukte erschwert, andererseits die Krystallisation des Zuckers in unerwünschter Weise beeinflußt, häuft sich insbesondere in Restmelassen des Strontianentzuckerungsverfahrens an. Das Vorkommen der Raffinose in diesen Melassen suchte man anfangs durch eine Einwirkung des Strontian auf den Rohrzucker zu erklären. Eine solche findet jedoch nicht statt. Nach v. Lippmann muß man vielmehr annehmen, daß die Raffinose bereits in der Rübe enthalten ist, unter normalen Verhältnissen allerdings nur in sehr geringen Mengen. v. Lippmann, welcher in der That einmal direkt aus Rübensaft Raffinose erhielt, schätzt den durchschnittlichen Gehalt der Rübe auf 0,02 pCt., eine Menge, welche die Anhäufung der Raffinose in der Melasse hinreichend erklären würde.

Die Raffinose wurde 1876 von Loiseau in der Rübenzuckermelasse aufgefunden. Sie ist identisch mit Melitose und Goßypose. Ihre Zusammensetzung wird durch die Formel $C_{18} H_{32} O_{16} + 5 H_2 O$ ausgedrückt. Scheibler bezeichnet sie als Melitriose, um anzudeuten, daß sie dreimal die Gruppe C_6 enthält.

Sie krystallisiert in dünnen Nadeln oder Prismen. Diese Krystallform vermag bei Gegenwart von Raffinose unter Umständen auch die Saccharose anzunehmen. In Wasser ist sie leicht, in starkem Weingeist schwer löslich. Sie schmeckt nicht süß.

Ihr spez. Drehungsvermögen ist in 10proz. Lösung $[\alpha]_D = 104{,}5$. Fehlingsche Lösung reduziert sie nicht.

Durch die Einwirkung verdünnter Säure oder von Invertin wird sie in Levulose, Galactose und Dextrose gespalten. Unter gewissen Vorsichtsmaßregeln kann man nur Levulose abspalten und es bleibt ein dem Milchzucker isomeres Kohlenhydrat, die Melibiose übrig (Scheibler und Mittelmeier). Letztere ist bis jetzt nicht krystallisiert erhalten worden. Ihr spez. Drehungsvermögen ist $[\alpha]_D = 126{,}7$.

Mit Hefe wird die Raffinose völlig vergoren. Man kann aber auch die Gärung so leiten, daß Melibiose zurückbleibt.

Der Gehalt der Zuckerrübe an den einzelnen Mineralstoffen, welche die Asche zusammensetzen, unterliegt je nach den Boden- und Düngungsverhältnissen großen Schwankungen.

Die Rübenasche ist reich an Kohlensäure, welche von der Zersetzung der organischen Salze herrührt.

E. Wolf giebt für die Zusammensetzung der kohlensäurefreien Asche folgende Mittelzahlen an:

Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisenoxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure
55,13	8,92	6,08	7,86	1,14	12,18	4,20
			Kieselsäure	Chlor		
			2,28	4,81.		

Außerdem kommen in den Rüben wechselnde Mengen von Salpeter vor, dieselben können unter Umständen (bei starker Salpeterdüngung) eine beträchtliche Höhe (bis zu 0,3 pCt.) erreichen.

Der Wert der Rübe.

Der Kaufwert der Rübe ist in erster Linie abhängig von ihrem Zuckergehalt, doch nicht ausschließlich. Eine wesentliche Rolle spielt hierbei auch die Reinheit des Saftes. Man drückt dieselbe in einer Zahl, dem Reinheitsquotienten aus, welcher angiebt, wie viel Zucker in 100 Gewichtsteilen Safttrockensubstanz vorhanden ist.

Es soll die Safttrockensubstanz z. B. 18,35 pCt. betragen und der
Zuckergehalt . . . . . 14,93 „ so ist der
Reinheitsquotient (Q) . . 81,4 „ nach der Proportion
$18{,}35 : 14{,}93 = 100 : Q.$

Die Nichtzuckerstoffe beeinträchtigen die Krystallisation des Zuckers und damit die Ausbeute. Unter der Annahme, daß die Ausbringbarkeit des Zuckers direkt

proportional ist dem Reinheitsquotienten des Saftes, berechnet man durch Multiplikation des Reinheitsquotienten mit dem Zuckergehalt und Division durch 100, eine Zahl — Stammersche Wertzahl —, welche besser als der Zuckergehalt zum Vergleich hinsichtlich des Wertes der Rüben dient. Für obiges Beispiel würden wir demnach die Wertzahl erhalten:

$$W = \frac{14{,}93 \times 81{,}4}{100} = 12{,}15.$$

Für eine andere Rübe mit einem Zuckergehalt von 14,34 pCt. und einem Reinheitsquotient 82,1 ist W = 11,77. Setzt man nun die Ausbringbarkeit bei der Rübe mit der Wertzahl 12,15 = 100, so ergiebt sich bei der letzteren nur 97. Wäre beispielsweise der Preis für den Zentner (50 kg) jener Rübe 1 Mk., so würde man für diese 0,97 Mk. bezahlen. Bei einem hohen Zuckergehalte und niedrigen Quotienten und umgekehrt, kann der Fall eintreten, daß zwei Rüben von sehr verschiedener Zusammensetzung die gleiche Wertzahl ergeben. Die relative Wertbestimmung wird in diesem Falle unsicher. Doch dürfte im allgemeinen der zuckerreicheren Rübe der Vorzug einzuräumen sein.

Dem Uebergewicht des Zuckers gegenüber dem Reinheitsquotienten in der Bewertung der Rübe sucht denn auch J. Seyffert*) durch Einführung einer neuen Wertzahl gerecht zu werden. Während nach Seyffert der Reinheitsquotient nur in einfacher arithmetischer Progression seines Wertes Berücksichtigung verdient, ist der Zuckergehalt von doppelter Einwirkung auf die Rentabilität der Fabrik; denn einmal vermehrt er in annähernd einfacher Progression die Ausbeute, zum andern aber vermindert jedes Mehr an Zuckergehalt die Höhe der Steuer auf die Gesamtmenge des Zuckers der Rübe**). Es erscheint deshalb zweckentsprechend, den Zuckergehalt (Z) zweimal in Rechnung zu setzen, den Reinheitsquotienten (Q) aber nur in einfacher Zahl. Für die Berechnung des Kaufwertfaktors K ergiebt sich dann die Formel

$$K = \frac{Z\,Z \cdot Q}{100 . 100} = \frac{Z^2 \cdot Q}{10\,000}$$

Um ferner noch einen übersichtlichen Vergleich der Wertzahlen verschiedenseitig gelieferter Rüben zu haben, setzt man die höchst gefundene Wertzahl = 100 und rechnet das prozentische Verhältnis der übrigen Wertzahlen hinzu aus.

Operationen der Rübenzuckerfabrikation.

1. Das Waschen der Rüben.

2. Die Saftgewinnung (nach dem Diffusionsverfahren), welcher als vorbereitende Operation die Zerkleinerung der Rüben vorangeht.

3. Die Reinigung des Saftes, welche zerfällt in die Saturationsscheidung und die Filtration.

4. Die Konzentrierung des Saftes, welche zerfällt in das Verdampfen (zur Dicksaftkonzentration) und das Verkochen (zur Füllmasse).

5. Die Verarbeitung der Füllmasse auf Rohzucker und auf Konsumzucker.

---

*) Deutsche Zuckerindustrie 1887, S. 207.

**) Mit Aufhebung der Materialsteuer durch das neue Zuckersteuergesetz kommt dieses Moment allerdings nicht mehr zur Geltung.

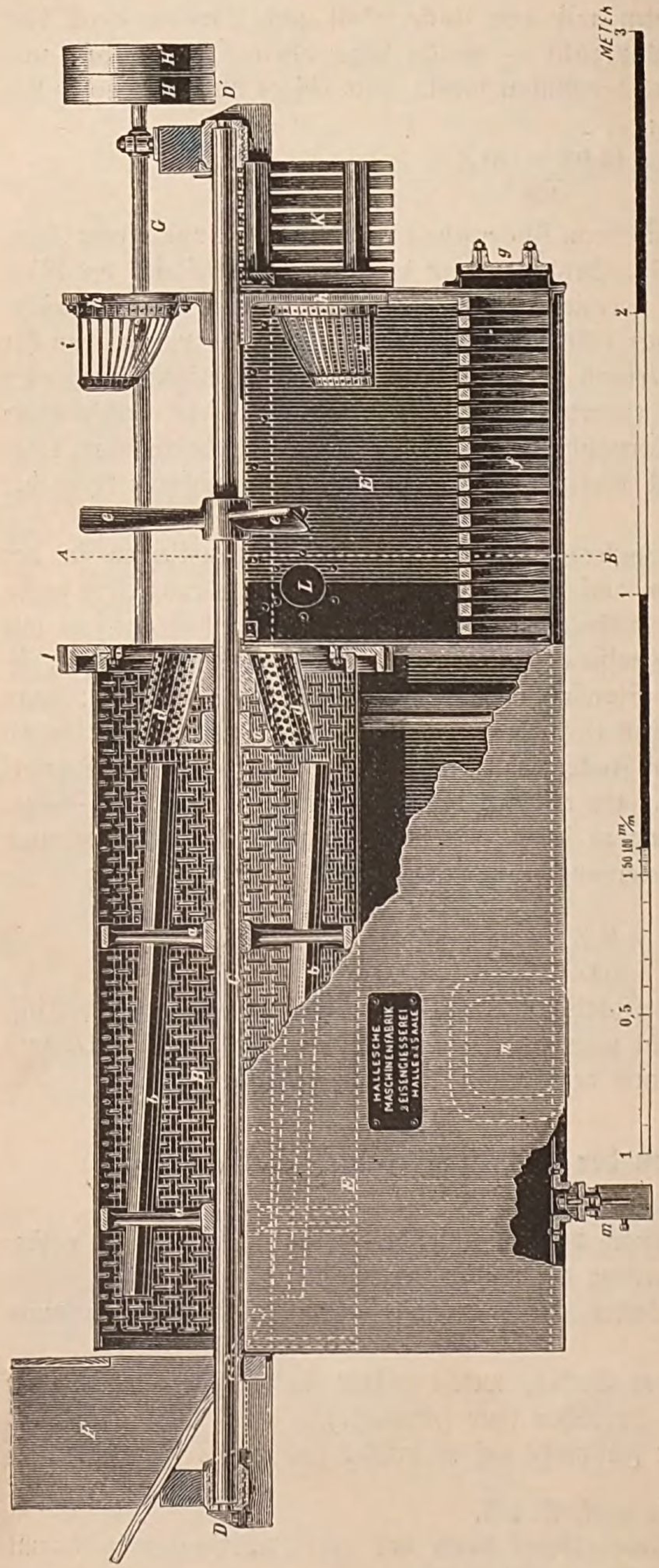


Fig. 111. Rübenwaschmaschine.

6. Die Raffinierung des Rohzuckers, welche meist in besonderen Betrieben (Zuckerraffinerien) vorgenommen wird.

7. Die Melasseentzuckerung.

Das Waschen der Rüben.

Den direkt aus dem Boden oder den Mieten entnommenen Rüben haftet viel Erde und Schmutz an. Sie müssen daher zunächst, ehe man sie verarbeitet, gereinigt werden, um Verunreinigungen des Saftes und Beschädigungen von Maschinen und Apparaten zu vermeiden.

In der Fabrik werden die zur Verarbeitung bestimmten Rüben von dem Rübenmagazin aufgenommen. Eine vorläufige Reinigung erfahren dieselben meist schon auf dem Transporte vom Magazin zu der im Fabrikgebäude untergebrachten Wäsche. Dieser Transport geschieht nämlich am einfachsten durch Wasser in Schwemmrinnen. Letztere sind in Zementmauerwerk oder Eisen ausgeführte Rinnen von halbovalem Querschnitt, 40 cm tief, 35 cm breit und mit einem Gefälle von 5–6 mm auf den laufenden Meter. In diesen Rinnen werden die Rüben durch einen seichten Wasserstrom (Abwasser, Kondenswasser u. s. w.) halb schwimmend, halb rollend

dem Waschhause zugeführt. Dort werden sie vom Schwemmwasser getrennt und durch ein Paternosterwerk in die Waschmaschine gehoben, welche in verschiedenen Formen konstruiert wird. Am verbreitetsten ist die Trommelwaschmaschine (Fig. 111.) Dieselbe besteht im Wesentlichen aus einer liegenden zylindrischen Trommel von etwa 3 m Länge und 1 m Durchmesser, welche aus durchlochtem Eisenblech oder aus Rundeisenstäben hergestellt ist; durch Speichen auf der die Drehungsaxe bildenden Welle C befestigt, taucht sie bis nahe an letztere in den mit Wasser gefüllten eisernen Kasten E. Der Antrieb geschieht durch Vermittlung der Welle G von der Riemenscheibe H aus. Die Umdrehungsgeschwindigkeit beträgt etwa sechs Touren in der Minute. An den Kasten mit der Trommel schließt sich als zweite Abteilung ein kleinerer Kasten E', in welchem die Reinigung vollendet wird. Die Rüben gelangen zunächst über den Rumpf F in die langsam rotierende Trommel B. Durch schräg gestellte, an den Speichen befestigte hölzerne Latten bb werden sie bearbeitet und fließendem Wasser entgegen dem anderen Ende der Trommel zugeführt. Dort werden sie von den gekrümmten Blechen dd erfaßt und in den Kasten E' befördert. Hier werden die Rüben durch die auf der Welle befestigten Arme e von neuem im Wasser herumgewirbelt, wodurch insbesondere noch zwischen den Faserwurzeln etwa fest sitzende Steinchen entfernt werden. Zwei Fangkörbe ii, welche an der rotierenden Scheibe h' befestigt sind, werfen die gewaschenen Rüben endlich auf den Lattenrost k aus, in welchem das anhängende Wasser abtropfen kann. Bei Verarbeitung gefrorener Rüben, aber auch sonst zuweilen verwendet man zum Waschen warmes Wasser.

In manchen Fabriken werden die Rüben noch mit der Hand nachgeputzt, indem die faulen Stellen, die feinen Faserwürzelchen und gegebenen Falles noch die Köpfe mit Messern abgesondert werden.

Die gereinigten Rüben werden abgewogen.

Das beim Reinigen der Rüben abfallende Waschwasser leitet man zweckmäßig in Klärbassins, in welchen sich der Schlamm absetzt. Das klare Wasser kann man wieder zum Schwemmen verwenden.

Die Saftgewinnung nach dem Diffusionsverfahren.

Der Zuckersaft kann aus der Rübe auf verschiedene Weise gewonnen werden. Es kamen denn auch im Lauf der Zeit mehrere Verfahren in Anwendung, nach welchen möglichst feiner Rübenbrei ausgepreßt, ausgeschleudert oder mit Wasser ausgelaugt wurde (Maceration). Die Saftgewinnung auf dem Wege der Diffusion — von Robert in Seelowitz zuerst ausgeführt — hat jedoch in den letzten zwanzig Jahren die anderen Verfahren überflügelt und so gut wie vollständig verdrängt, so daß dieselben nur mehr historisches Interesse beanspruchen können. In der Betriebszeit 1871/72 arbeiteten in Deutschland von 311 Fabriken nur 52 nach dem Diffusionsverfahren, 216 mit hydraulischen Pressen, 25 mit Maceration und 18 mit Zentrifugen, 1875/76 bereits 157 mit Diffusion, 137 mit hydraulischen Pressen, 29 mit Maceration und 9 mit Zentrifugen, 1890/91 arbeiteten von 401 Fabriken 398 mit Diffusion.

Wir können uns daher auf die Schilderung des Diffusionsverfahrens beschränken.

Der Diffusionsvorgang. Mit einiger Vorsicht gelingt es, auf eine etwas konzentrierte Zuckerlösung eine Schicht von destilliertem Wasser zu bringen, ohne daß sofort eine Mischung eintritt. Ueberläßt man das Gefäß mit den beiden Flüssigkeiten ruhig sich selbst, so wandern, ohne daß von außen ein Anstoß erfolgt, aus der unteren Schicht Zuckermoleküle in die obere und aus dieser Wassermoleküle in die untere Schicht und zwar so lange, bis die Zucker- und Wassermoleküle gleichmäßig in der Flüssigkeit verteilt sind, also ein Gleichgewichtszustand eingetreten ist. Dieser Bewegungsvorgang der Moleküle, welcher stets eintritt, wenn mischbare, chemisch nicht aufeinander einwirkende Flüssigkeiten zusammentreffen, heißt Diffusion, und zwar, wenn die Flüssigkeiten sich unmittelbar berühren, freie Diffusion.

Die gleichen Vorgänge finden nun im allgemeinen auch statt, wenn die Flüssigkeiten durch eine tierische oder pflanzliche Membran getrennt sind. Die Wanderung der Zucker- und der Wassermoleküle erfolgt hier durch die Poren der Membran hindurch. Man bezeichnet die Erscheinung als Membrandiffusion oder Osmose und unterscheidet die beiden Bewegungen als Endosmose und Exosmose. Meist zeigt der endosmotische und der exosmotische Strom ungleiche Geschwindigkeit, so daß auf der einen Seite der Membran eine Volumenzunahme der Flüssigkeit, auf der anderen eine entsprechende Abnahme erfolgt.

Wie der Zucker, so vermögen alle krystallisierenden Körper Membranen zu durchdringen, während die nicht krystallisierenden Substanzen (Gummi, Pektinstoffe, Eiweißkörper 2c.) diese Eigenschaft nur in geringem Grade oder gar nicht besitzen. Die diffusiblen Stoffe hat man als „Krystalloide“, die schwer oder nicht diffundierenden als „Colloide“ bezeichnet. Aber auch die Krystalloide besitzen nicht in gleichem Grade die Fähigkeit zu diffundieren. Letztere ist z. B. beim Zucker nur halb so groß wie beim Kochsalz, d. h. von gleich konzentrierten Lösungen diffundiert in gleichen Zeiträumen durch die gleiche Membran vom Zucker nur halb so viel wie vom Kochsalz.

Auf die Geschwindigkeit, mit welcher die Diffusion erfolgt, sind verschiedene Faktoren von Einfluß:

1. Die Beschaffenheit der Membran, deren Aufsaugungs- oder Imbibitionsvermögen. Die Membran spielt bei der Diffusion nicht etwa die Rolle eines indifferenten, außerordentlich feinen Siebes, durch dessen Oeffnungen hindurch die Moleküle der beiden Flüssigkeiten direkt ihre Anziehungskräfte ausüben, sondern sie ist mit ihrer Substanz aktiv an dem Vorgange beteiligt. Bringt man eine Membran in Wasser, so durchtränkt sie sich mit demselben, wobei sie ihr Volumen vergrößert. Die Moleküle der Membran ziehen die Wassermoleküle an, umhüllen sich gewissermaßen mit denselben und halten das Wasser so fest, daß es selbst durch starken Druck nicht mehr verdrängt werden kann. Ist in dem Wasser eine krystalloide Substanz gelöst, so gehen deren Moleküle mit dem Wasser gleichfalls in die Membran. Bildet nun die Membran eine Scheidewand zwischen zwei verschiedenen Flüssigkeiten, so sucht sie sich mit jeder der beiden zu sättigen. Die Moleküle der beiden Flüssigkeiten vermögen nun ihre Anziehungskräfte aufeinander zu entfalten, wobei zunächst eine Mischung innerhalb der Membran stattfindet. Die der Oberfläche zunächst liegenden Moleküle gelangen darauf in den Anziehungsbereich der außerhalb der Scheidewand befindlichen Flüssigkeit, in welche sie übergehen, während andere Moleküle an ihre Stelle treten. So vollzieht sich der Diffusionsvorgang,

bis Gleichgewichtszustand eingetreten, bis die Flüssigkeiten zu beiden Seiten des Diaphragmas gleiche Konzentration besitzen.

Das Aufsaugungsvermögen der Membran ist nun nicht nur von der Natur derselben, sondern auch von der Natur der Flüssigkeit abhängig. Je größer das Aufsaugungsvermögen der Membran für eine Flüssigkeit ist, desto rascher geht die Diffusion derselben vor sich.

2. Die Konzentration der Lösung. Je größer die Verschiedenheit in der Konzentration (dem Gehalte an gelöster Substanz) in den beiden durch die Membran getrennten Flüssigkeiten ist, desto größer ist die Geschwindigkeit der Diffusion. In dem Maße, als dieser Unterschied abnimmt, geht letztere immer langsamer vor sich, bis sie eben schließlich ganz aufhört, wenn die Konzentration in beiden gleich geworden ist.

3. Die Temperatur. Eine Steigerung der Temperatur wirkt infolge der hierdurch bedingten rascheren Molekularbewegung in hohem Grade beschleunigend auf den Diffusionsvorgang ein. Selbstverständlich darf der Temperaturgrad nicht ein derartiger werden, daß dadurch die Membran geschädigt wird.

Auf der Membrandiffusion beruht denn auch die Gewinnung des Zuckers aus der Rübe. Die entsprechend zerkleinerten Rüben werden mit heißem Wasser übergossen, worauf der Zucker aus den Zellen in die umgebende Flüssigkeit diffundiert. Selbstverständlich kann hierbei nicht jede einzelne Zelle direkt mit dem Wasser in Berührung kommen. Letzteres findet nur statt an der Oberfläche einer aus zahlreichen über und neben einander liegender Zellen bestehenden Schnitte. In den obenauf befindlichen Zellen beginnt zunächst die Diffusion. Mit der hierdurch bedingten Verminderung in der Konzentration des Zellsaftes beginnt die Diffusion in der folgenden, tieferliegenden Schicht und so pflanzt sich die Bewegung von Zelle zu Zelle fort, bis die Flüssigkeit in allen Zellen und außerhalb derselben die gleiche Konzentration besitzt. Ersetzt man die äußere Flüssigkeit durch Wasser, so beginnt die Diffusion von neuem. Durch Wiederholung dieser Operation kann man allmählich fast allen Zucker der Rübe entziehen, während Wasser an dessen Stelle in die Zellen eintritt.

Ausführung des Diffusionsverfahrens.

Das Schneiden der Rüben. Für das Diffusionsverfahren ist die Art der Zerkleinerung von größter Bedeutung. Dieselbe muß dünne, locker auf einander liegende Stücke liefern, so daß einerseits die Diffusion von Zelle zu Zelle rasch erfolgen kann und andererseits das Wasser überall ungehinderten Zutritt findet. Dieser Forderung entspricht am meisten die Form langer, dünner Schnitzel. Zur Herstellung derselben dient die Schnitzel- oder Schneidemaschine.

Dieselbe (Fig. 112) besteht aus einer runden eisernen Scheibe von 1,5—2 m Durchmesser, welche auf einer vertikalen Achse drehbar ist. Je nach ihrer Größe sind in der Scheibe 6—12 Oeffnungen vorhanden zur Aufnahme von Einlegekasten für die Schnitzelmesser und einer Vorlage. Durch die Stellung der Vorlage zu den Messern, deren Schneide gegen die obere Fläche der Scheibe nach Art eines Hobels gerichtet ist, ist die Dicke der Schnitzel bedingt. Auf der Schneidescheibe ist eine Deckplatte angebracht, welche da, wo die Messerkasten im Kreise laufen, ring-

förmig ausgeschnitten ist. Ueber der Deckplatte erhebt sich ein Rumpf von 1½ m Höhe zur Aufnahme der Rüben. Letztere werden durch ihr eigenes Gewicht gegen die Schneidevorrichtung gedrückt und, indem die Scheibe etwa 100—150 Umdrehun-

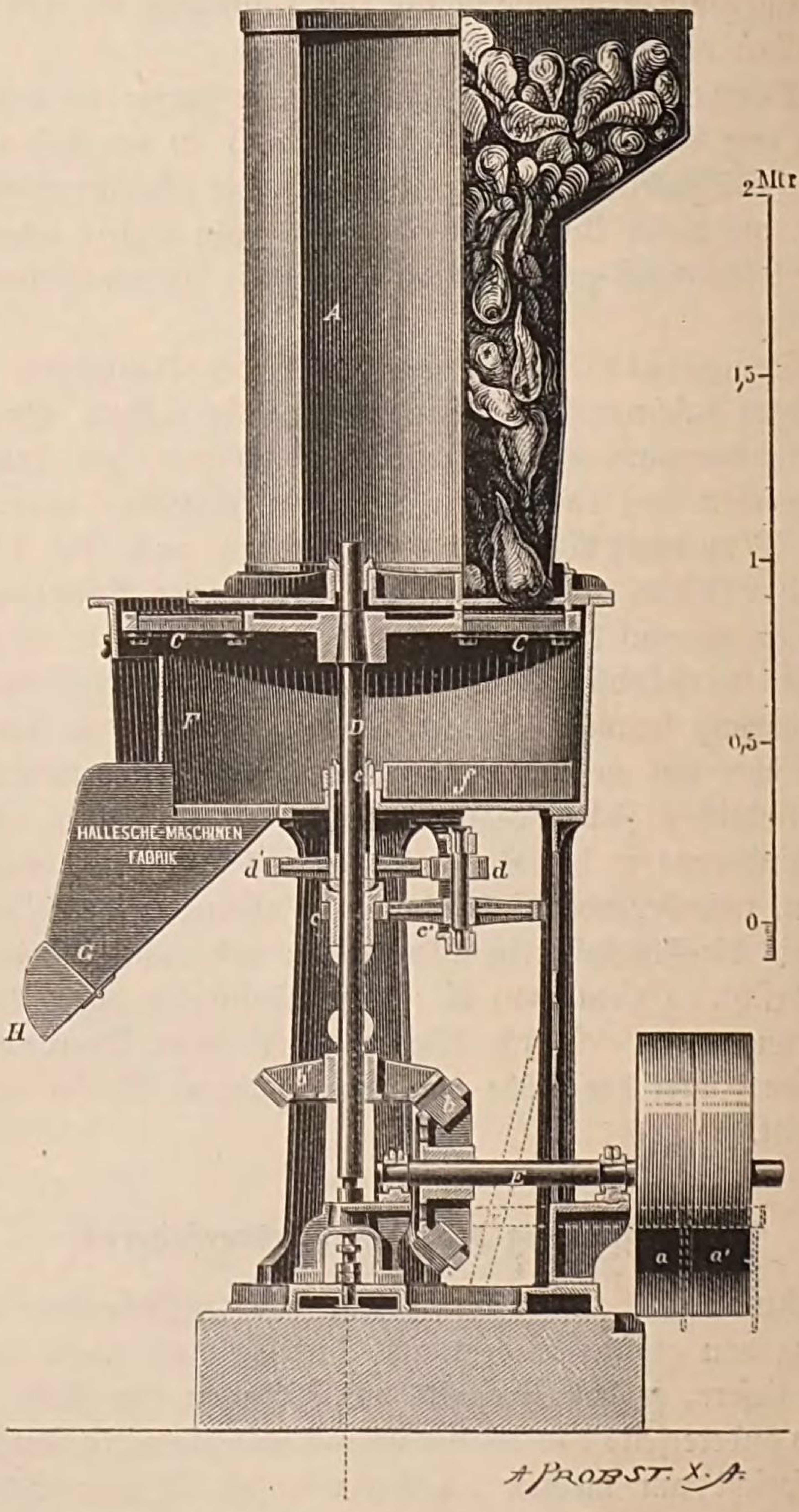


Fig. 112. Schnitzel- oder Schneidemaschine.

gen in der Minute macht, in Schnitzel zerkleinert. Diese fallen zunächst in einen unter der Scheibe befindlichen Behälter F, aus welchem sie der Mitnehmer f durch die Auswurfsöffnung über den Trichter G in einen untergestellten Wagen oder auf einen Transporteur zur Weiterbeförderung in die Diffuseure hinausschafft. Die Messer von 140 mm Länge und 70 mm Breite werden aus starkem Stahlblech durch Ausfraisung hergestellt. Je nach der Art der Ausfraisung wird die Form

der Schnitzel eine andere. Am meisten Verbreitung haben die Königsfelder und Dachrippenmesser gefunden mit zickzackförmigen Ausfraisungen, welche Schnitzel in Rinnenform mit dreieckigem Querschnitte liefern.

Die Auslaugung der Schnitzel geschieht nunmehr in zylindrischen, aus Eisenblech gefertigten Gefäßen, den Diffuseuren, deren eine größere Anzahl zu einer Batterie, der Diffusionsbatterie vereinigt sind.

Die Diffusionsgefäße haben gewöhnlich eine Höhe von 2—2½ m und einen Durchmesser von 1 m. Ihr Fassungsraum beträgt 20—40 hl. Sie besitzen oben ein Mannloch zum Einbringen und unten seitlich ein solches zum Ausbringen der Schnitzel. Das obere Mannloch ist mit einem aufklappbaren Deckel versehen, an welchem ein Lufthahn angebracht ist. Nahe über dem Boden ist ein Siebboden vorhanden, welcher die Schnitzel hindert, in die vom tiefsten Punkte des Bodens ausgehende Rohrleitung einzudringen. Ebenso wird nach Beschickung des Diffuseurs oben in den Hals, in welchen das Uebersteigrohr mündet, ein Seihboden gelegt.

Robert vereinigte anfangs 16 Gefäße in einer Batterie, gegenwärtig beträgt die Zahl derselben meist 9 bis 10. Die Aufstellung der Diffuseure geschieht entweder in einer Reihe nebeneinander oder in zwei parallelen Reihen, oder auch im Kreise ringsum die Schnitzelmaschine.

Die Figuren 113 und 114 zeigen eine Diffusionsbatterie, erstere im Grundriß, letztere im Aufriß.

Die Diffuseure stehen durch eine, rings um die Batterie laufende Rohrleitung und Uebersteigrohre (6) mit einander in Verbindung. Diese dienen zugleich als Kalorisatoren zum Anwärmen des durchfließenden Saftes. Zu dem Behufe sind in einem weiten Rohre 6 bis 12 Messingrohre untergebracht, in welchen der Saft zirkuliert, während man in das weite Rohr Heizdampf einströmen läßt. Im oberen Teile des Uebersteigrohres ragt ein Thermometer in den aus dem Kalorisator austretenden Saft, so daß die Temperatur desselben jederzeit kontrolliert werden kann. In der Rohrleitung vor der oberen Einmündung des Uebersteigers befindet sich ein liegendes Ventil (1), durch welches die Verbindung zwischen zwei Diffuseuren abgesperrt werden kann. Zur Ausrüstung der Diffusionsbatterie gehören noch zwei weitere Rohrleitungen mit entsprechenden Ventilen, nämlich die Wasserleitung (b) mit Abzweigungen nach jedem Gefäße und die Scheidesaftleitung (c) mit ihren Abzweigungen, durch welche der fertige Diffusionssaft abgezogen und der nächsten Station (Saturationsscheidung) zugeführt wird. Außer dem bereits erwähnten Uebersteigventil (1) sind demnach an jedem Diffuseur vorhanden: ein Wasserventil (2) und ein Scheidesaftventil (3). Dazu kommt noch ein Ablaufventil (4) zum Ablassen des auf den erschöpften Schnitzeln stehenden Wassers, und am Kalorisator ein kleines Dampfventil und ein Retourventil für das kondensierte Wasser.

Die Diffusionsarbeit wird in den Fabriken in verschiedener Weise ausgeführt, namentlich in Bezug auf die Temperaturregulierung und den Saftabtrieb. Das Prinzip ist jedoch natürlich stets das gleiche, auf einer systematischen Auslaugung beruhend, wobei im regelmäßigen Betriebe die frischen Schnitzel jedesmal mit dem konzentrirtesten Saft, die am meisten ausgelaugten mit Wasser in Berührung gebracht werden.

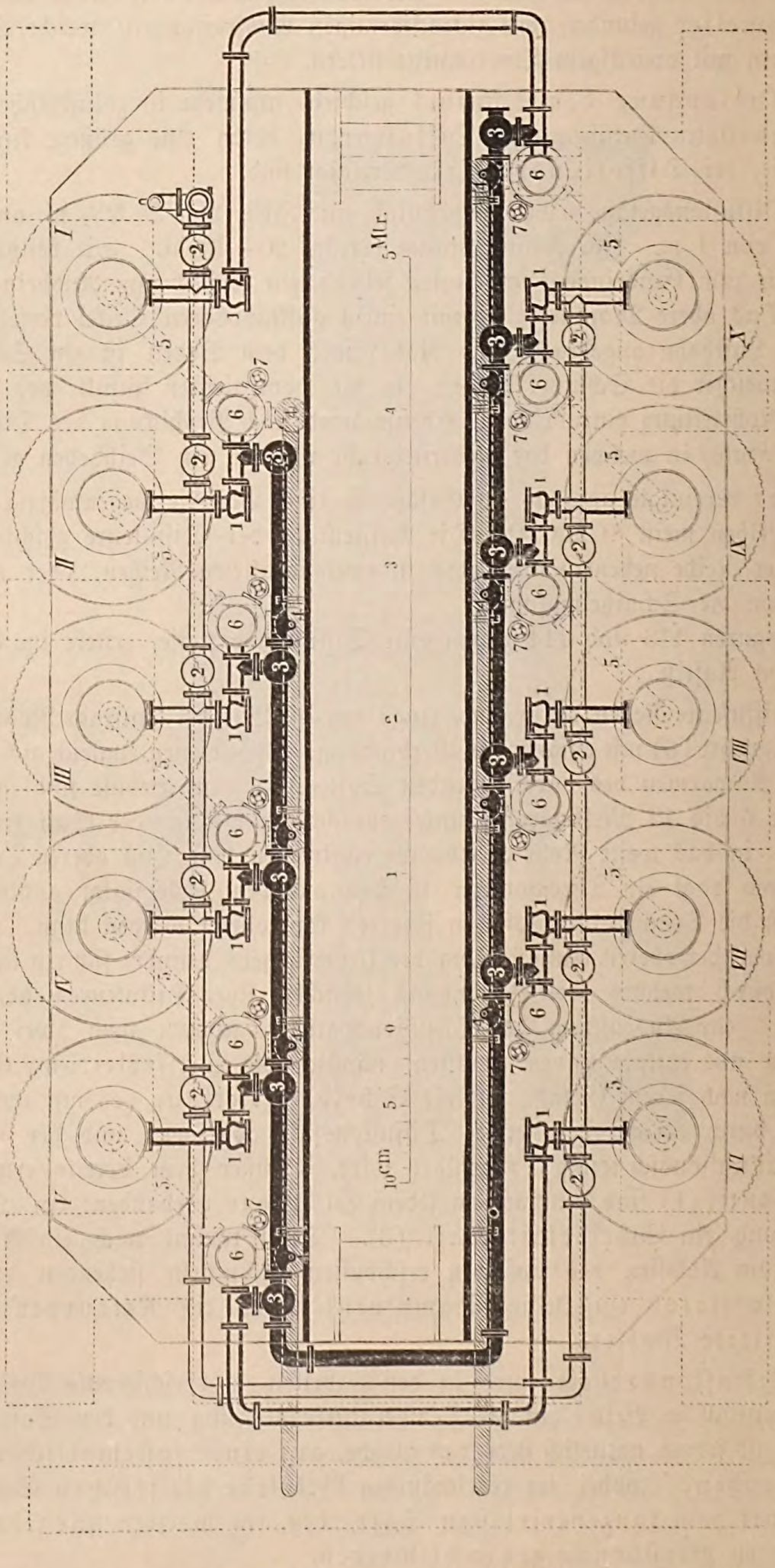


Fig. 113. Diffusionsbatterie. Grundriß.

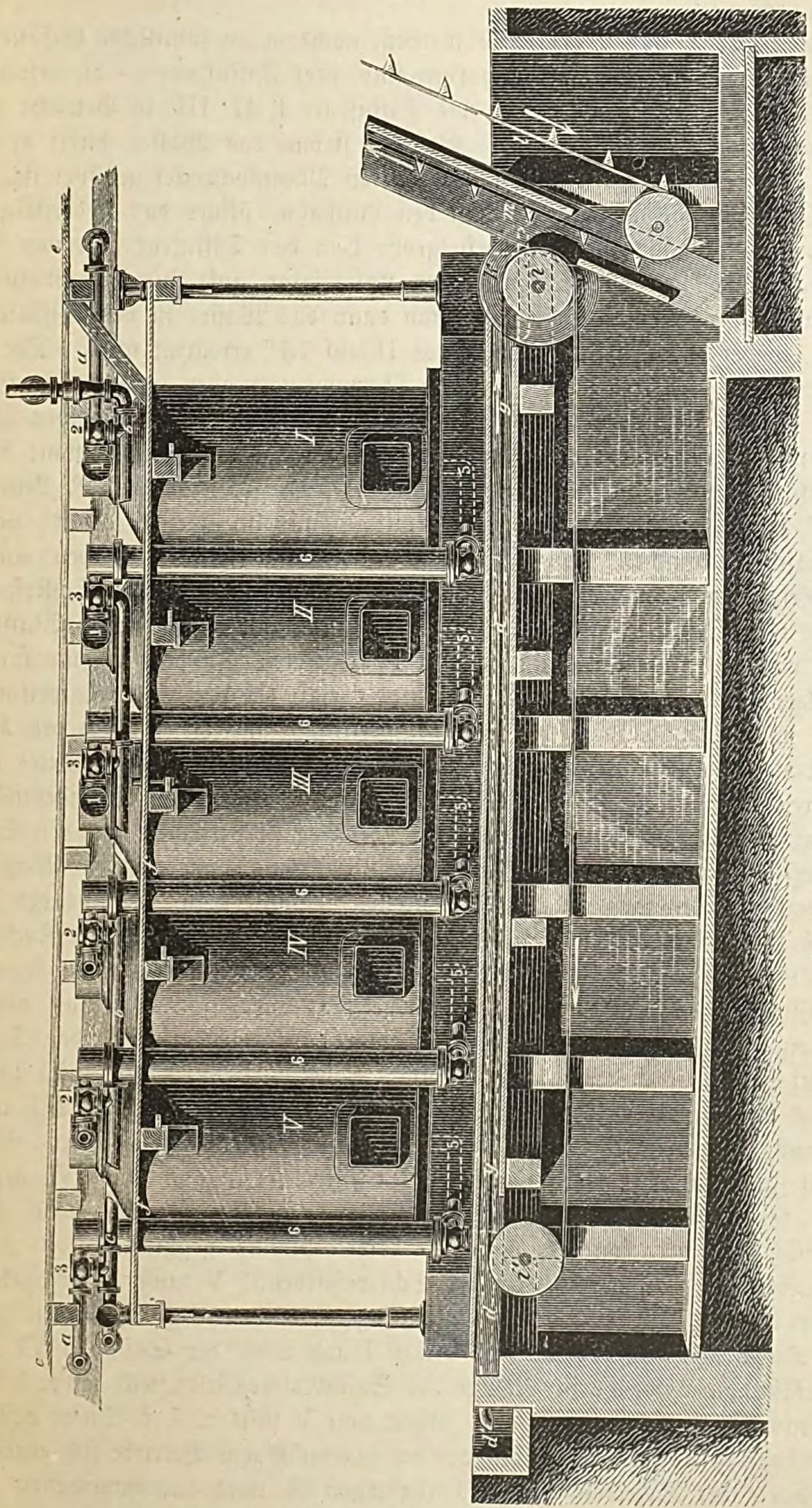


Fig. 114. Diffusionsbatterie. Seitenansicht.

Im allgemeinen gestaltet sich die Diffusionsarbeit (vgl. hierzu Fig. 113) folgendermaßen:

Beim Beginn des Betriebes werden, nachdem an sämtlichen Gefäßen alle Mannlöcher und Ventile geschlossen worden sind, drei Diffuseure — die ersten oder die letzten drei —, wir wollen hier die Diffuseure I, II, III in Betracht ziehen, mit warmem Wasser gefüllt In das Gefäß I strömt das Wasser direkt aus dem Reservoire, während der Lufthahn in dem oberen Mannlochdeckel geöffnet ist. Sobald der Diffuseur voll ist, schließt man den Lufthahn, öffnet das Uebersteigventil, und läßt das Wasser durch das Uebersteigrohr I in den Diffuseur II treten. Auf diesem Wege wird das Wasser durch den Kalorisator auf eine Temperatur von 65° C gebracht. In gleicher Weise läßt man dann das Wasser in den Diffuseur III einströmen, wobei es durch den Kalorisator II auf 75° erwärmt wird. Die Temperaturen von 65 und 75° werden an den Thermometern oben in den Kalorisatoren abgelesen. Durch Regulierung des Dampfes und der Geschwindigkeit der Wasserbewegung wird dafür Sorge getragen, daß jene so lange als nötig konstant bleiben. Das Gefäß II enthält schließlich Wasser von 60°, III solches von 70°. Nun wird Gefäß IV durch das obere Mannloch mit Schnitzeln, welche direkt von der Schneidemaschine kommen, gefüllt. Nach der Füllung von IV werden auch die übrigen Gefäße nacheinander mit Schnitzeln beschickt. Nach dem Schließen des Mannlochs und Oeffnen des Lufthahnes läßt man nun das warme Wasser aus Gefäß III von unten zu den Schnitzeln in IV eintreten. Zu dem Behufe muß das Wasser folgenden Weg zurücklegen: Von dem Gefäß III durch den Kalorisator III von unten nach oben, dann in die Scheidesaftleitung, aus dieser durch den Kalorisator IV von oben nach unten zu den Schnitzeln in IV. Die Thermometer in den Kalorisatoren III und IV zeigen dabei 80°. Da das Wasser die Scheidesaftleitung passiert, hat man darauf zu achten, daß das Abflußventil derselben nach den Scheidepfannen verschlossen ist. Sobald durch die Berührung mit warmem Wasser die protoplasmatische Substanz in den Rübenzellen koaguliert ist, beginnt der Diffusionsprozeß, und das in den Schnitzeln emporsteigende Wasser nimmt Zucker und andere lösliche Stoffe auf. Ist der Diffuseur gefüllt, was man daran erkennt, daß etwas Flüssigkeit aus dem Lufthahn herausgedrückt wird, so leitet man den Saft alsbald von unten in das Gefäß V und zwar durch die entsprechenden Teile der Leitung auf dem gleichen Wege, wie vorhin. Dabei wird durch den auf I lastenden Wasserdruck der Inhalt des Gefäßes von I nach II, der von II nach III und der von III nach IV gedrückt. Indem der Saft in V aufsteigt, reichert er sich von neuem mit Zucker an und wird nun schon konzentrierter in das Gefäß VI getrieben.

Ist der Saft in VI oben angekommen, so wird er nicht mehr auf ein neues Gefäß gedrückt, sondern nach der Scheidepfanne geschickt. Das von der vorhergehenden Operation noch offene Scheidesaftventil V muß daher geschlossen und dafür das Abflußventil der Hauptleitung nach den Scheidepfannen geöffnet werden. Durch den Wasserdruck von Gefäß I aus wird der Saft von VI nun in die Meßgefäße, durch welche die Menge des Saftabtriebes festgestellt wird, befördert, während das Gefäß VI sich mit dem Inhalt von V füllt u. s. f. Dieser erste Saft ist von geringerer Konzentration als der bei regelmäßigem Betriebe sich ergebende.

Nachdem der Scheidesaft aus VI abgezogen ist, wird das Hauptventil an der Scheidesaftleitung wieder geschlossen und der neue Saft aus VI nach dem inzwischen

mit Schnitzeln beschickten Gefäß VII gedrückt. Der Saft aus VII wird wieder zur Scheidung abgetrieben. Dann werden der Reihe nach die Gefäße VIII, IX und X angeschlossen und mit dem Saft aus denselben in gleicher Weise verfahren. Bis zum Gefäße IX ist der Wasserdruck immer auf dem Gefäße I gestanden und von diesem aus die Saftbewegung in der Batterie erfolgt. Ehe man jedoch das Gefäß X in Angriff nimmt, wird Gefäß I abgesperrt und das darin enthaltene Wasser durch den Ablaufhahn entfernt, damit nun die Beschickung mit Schnitzeln erfolgen kann. Nachdem man das Wasserventil von II geöffnet, steht nun der Wasserdruck auf diesem Gefäße. Der Saft wird nun von IX nach X gedrückt. Der Saft von X geht wieder nach der Scheidepfanne, worauf der Wasserdruck auf III gestellt und I in den Betrieb gezogen wird u. s. f.

Wenn das Gefäß III mit Schnitzeln gefüllt ist, so ist die Batterie völlig im Gange und es beginnt der regelmäßige Betrieb. Gefäß IV, welches zuerst mit Schnitzeln beschickt zur Diffusion kam, muß nun entleert und von neuem gefüllt werden.

Die Entleerung des Gefäßes geschieht durch das untere Mannloch bei geöffnetem Lufthahn. Der größte Teil der Schnitzel stürzt mit dem Wasser heraus. Der Rest wird bei geöffnetem Abflußventil möglichst rasch entfernt und der Siebboden sorgfältig gereinigt. Nachdem das Mannloch und das Ablaufventil wieder geschlossen, kann das Gefäß von neuem beschickt werden. Während der Entleerung und Neufüllung von IV läßt man den Saft in III von unten eintreten und drückt ihn darauf nach der Scheidepfanne ab. Letzteres soll gerade beendet sein, wenn IV mit frischen Schnitzeln gefüllt ist, damit sofort der Eintritt des Saftes in IV von unten erfolgen kann. Man trägt auf diese Weise dafür Sorge, daß keine Stockung in der Saftbewegung eintritt. Es gilt nämlich als Regel, die Säfte in der Batterie in gleichmäßigem Fluß zu erhalten, wobei die Saftströmung in den älteren Gefäßen von oben nach unten und nur in dem frisch hinzukommenden von unten nach oben stattfindet. Sobald daher der Scheidesaft aus einem Gefäße abgedrückt ist, muß das nächste für den Eintritt des Saftes von unten bereit sein, und sobald der Saft oben angekommen, muß er sofort zur Scheidepfanne abgedrückt werden.

Bei einer Batterie von zehn Gefäßen stehen im regelmäßigen Betriebe nicht mehr als zwei Gefäße außerhalb der Saftbewegung, nämlich eins um gefüllt, das andere, um entleert zu werden. Besteht die Batterie aus neun Gefäßen, so sind stets acht Gefäße in der Auslaugung begriffen.

Bei der Führung des Diffusionsprozesses ist selbstverständlich streng darauf zu achten, daß die Ventilstellung stets in der richtigen Reihenfolge vorgenommen wird.

Nicht geringere Aufmerksamkeit hat man der Temperaturregulierung in den einzelnen Diffuseuren zu widmen. Bei zu niedriger Temperatur verläuft die Diffusion langsam und unvollkommen, bei zu hoher Temperatur werden die Schnitzel ungünstig verändert, sie quellen auf, wodurch die Saftzirkulation erschwert und der Saft selbst unreiner wird.

Wie bereits erwähnt, tritt der Saft in das frisch gefüllte Gefäß mit einer Temperatur von 80° C (am Thermometer des Kalorisators abgelesen). Die gleiche Temperatur zeigt das Thermometer am Kalorisator des vorhergehenden Gefäßes.

Nun hält man die Temperatur niedriger, nämlich für das nächst ältere Gefäß auf 75°, dann weiter auf 70°, 60°, 50°, 40°.

Die Menge des abzudrückenden Scheidesaftes sucht man stets gleich groß zu halten. Zu dem Behufe stellt man zwischen Diffusion und Scheidepfanne besondere Meßgefäße auf, welche gleichzeitig als Vorwärmer für die Saturation dienen, oder es dient der Saturateur selbst als Meßapparat und ist dann mit einer Skala und einem Schwimmer versehen. Im allgemeinen beträgt die Menge des Saftabzuges 120—160 Liter auf 100 kg Rüben.

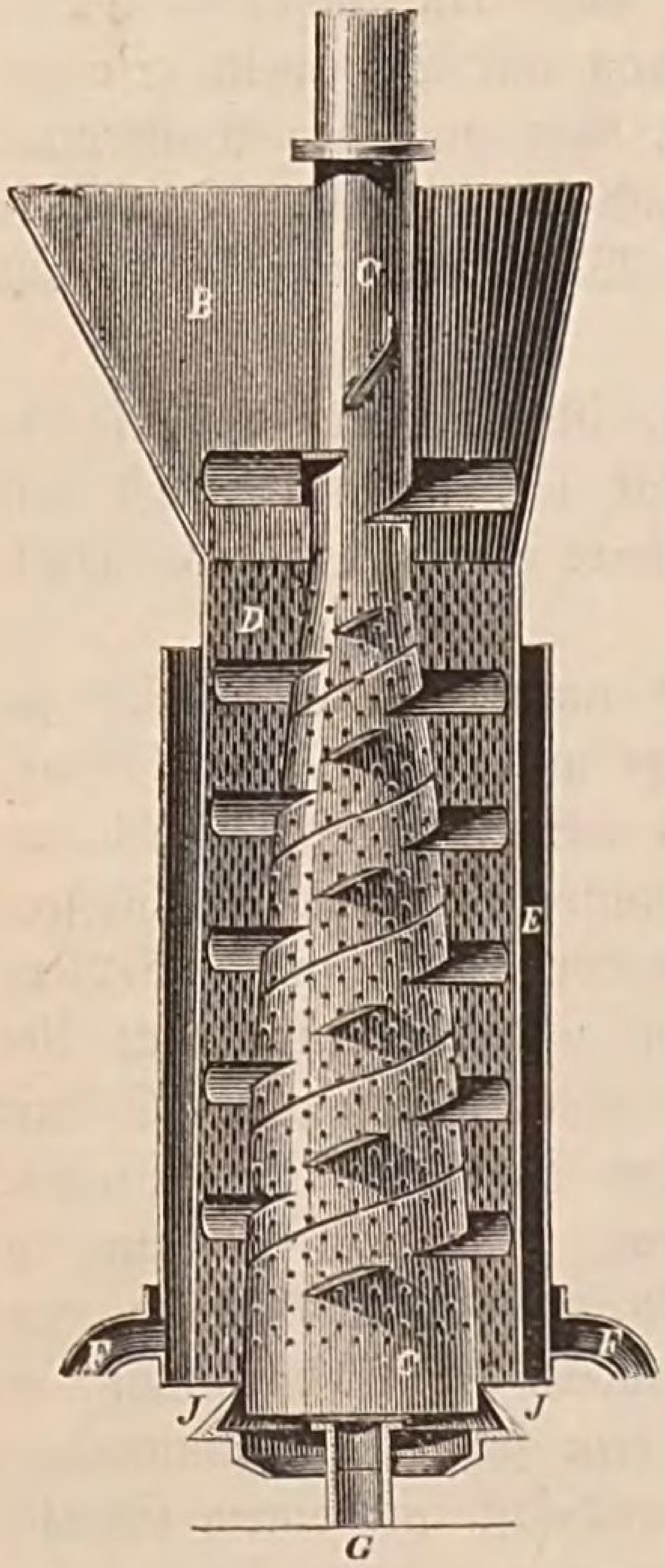


Fig. 114. Klusemann'sche Presse.

Der Zuckergehalt des Saftes schwankt demnach zwischen 10 und 8 pCt. Je mehr Saft abgetrieben wird, desto geringer ist natürlich dessen Konzentration, um so vollkommener aber die Auslaugung.

Zur Einstellung des Betriebes verfährt man zunächst wie gewöhnlich, indem nach jedem Saftabzug ein Gefäß entleert und der Wasserdruck auf das nächste gestellt wird. Sind nurmehr drei Gefäße übrig, so leitet man nach Absperrung des Dampfes so lange kaltes Wasser durch, bis der ablaufende Saft nicht mehr als 1° Brix zeigt und entleert dann auch diese Gefäße.

Während die Zahl der Gefäße der Diffusionsbatterien im allgemeinen zwischen 10 und 14 schwankt, haben nach v. Lippmann seit geraumer Zeit einige der ältesten Diffusionen Oesterreichs die lange Batterie geteilt und mit zwei Batterien zu sechs Gefäßen gearbeitet, wobei sich herausstellte, daß diese Arbeit wohl durchführbar und vorteilhaft sei. In neuerer Zeit wurde diese Arbeit mit „geteilter Batterie" wieder in Anregung gebracht durch das patentierte Verfahren von Turkiewitsch und dem auf gleichem Prinzip beruhenden von Heinhold.

Die Diffusionsarbeit untersteht, wie überhaupt der ganze Betrieb in der Zuckerfabrikation einer ständigen chemischen Kontrolle. Ausgelaugte Schnitzel dürfen höchstens 0,2—0,4 pCt. Zucker noch enthalten. Bei einem 0,5 pCt. übersteigenden Zuckergehalte der Schnitzel darf man schon auf Unregelmäßigkeiten in der Arbeit schließen.

Die Diffusionsrückstände. Bei der Diffusion ist an Stelle des Saftes Wasser in die Zellen der Schnitzel eingetreten. Die aus den Diffuseuren kommenden Schnitzel sind daher sehr wasserreich. Sie enthalten etwa 5 pCt. Trockensubstanz und machen etwa 80—90 pCt. vom Gewichte der Rüben aus. In diesem stark wasserhaltigen Zustande stellen die Schnitzel ein sehr geringwertiges Futtermittel dar, weshalb sich bald die Notwendigkeit herausstellte, ihnen wenigstens einen Teil des Wassers zu entziehen. Es geschieht dieses nunmehr durch die Wirkung eigenartig konstruierter Schnitzelpressen. Die erste derartige Vorrichtung, mit welcher

befriedigende Resultate erzielt wurden, ist die Klusemann'sche Presse (Fig. 114). Dieselbe besteht aus dem Zuführungstrichter B, dem durchlochten Konus C, welcher ringsum mit schraubenförmig gestellten Messern besetzt ist, dem gleichfalls durch-

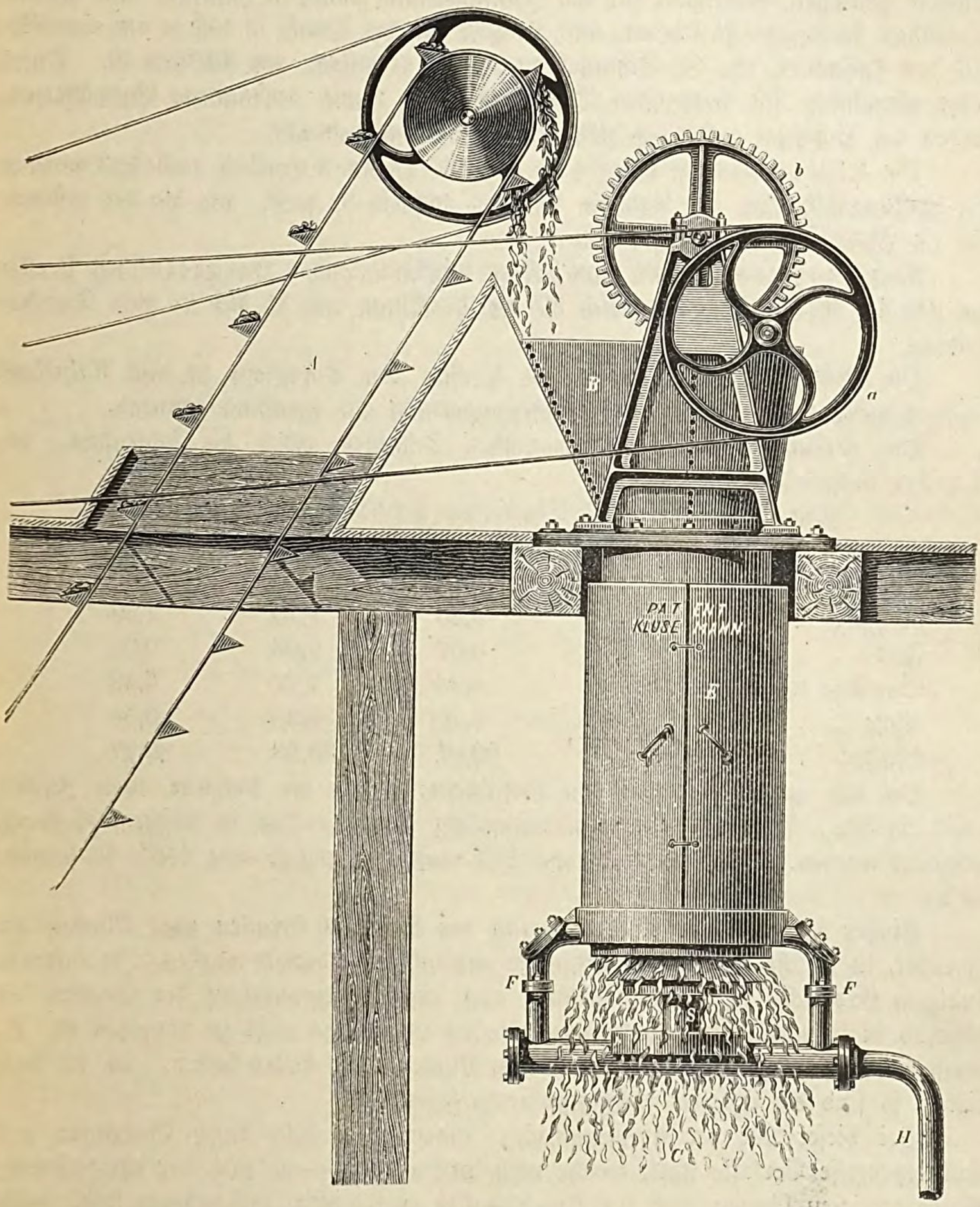


Fig. 115. Klusemann'sche Presse.

lochten Zylinder D, welcher den Konus umgiebt, und dem äußeren Mantel E. Durch F fließt das zwischen dem Mantel und Zylinder, durch G das im Konus sich sammelnde Wasser ab, bei J verlassen die entwässerten Schnitzel die Presse. Fig. 115 zeigt die Schnitzelpresse in äußerer Ansicht und in Thätigkeit. Durch den Transporteur A werden die vom Diffuseur kommenden Schnitzel dem Trichter B

zugeführt. Bei der Drehung des Konus werden sie darauf durch die schraubenförmig gestellten Messer ergriffen und nach abwärts geführt, wobei sie gegen die Wand des Zylinders gedrückt werden. In dem Maße, als die Schnitzel mehr nach abwärts gelangen, verringert sich der Zwischenraum zwischen Zylinder und Konus, in welchen sie eingepreßt werden, und steigert sich der Druck, so daß er am untersten Teil des Zylinders, ehe die Schnitzel die Presse verlassen, am stärksten ist. Durch diesen allmählich sich steigernden Druck und die damit verbundene Entwässerung werden die Schnitzel auf 8—9 pCt. Trockensubstanz gebracht.

Die Klusemannsche Presse ist von Bergreen wesentlich verbessert worden. Die Leistungsfähigkeit der letzteren ist etwa doppelt so groß, wie die der ersteren, und die Entwässerung eine stärkere.

Nach Stohmann erhält man bei gut funktionierenden Bergreenschen Pressen von 100 kg Rüben durchschnittlich 30 kg Preßlinge mit 11 bis 12 pCt. Trockensubstanz.

Die Befürchtung, daß durch das Pressen den Schnitzeln zu viel Nährstoffe entzogen werden könnten, hat sich erfahrungsgemäß als grundlos erwiesen.

Die Zusammensetzung der gepreßten Schnitzel geben die folgenden, von Märcker mitgeteilten Zahlen:

100 Teile frische Diffusionsrückstände enthalten:

	Maximum	Minimum	Mittel
Eiweißstoffe	1,26	0,63	0,89
Rohfaser	3,25	1,73	2,39
Fett	0,07	0,03	0,05
Sonstige stickstofffreie Stoffe	8,94	4,27	6,32
Asche	0,70	0,31	0,58
Wasser	93,01	85,59	89,77

Bei den großen Mengen von Schnitzeln, welche im Betriebe einer Zuckerfabrik abfallen, kann nur ein verhältnismäßig geringer Teil in frischem Zustande verfüttert werden. Der überwiegende Teil muß auf irgend eine Weise konserviert werden.

Bisher hat man zur Aufbewahrung der Schnitzel Gruben oder Mieten angewendet, in welche dieselben eingestampft und mit Erde bedeckt wurden. In lockerem, sandigem Erdreiche sieht man vielfach von einer Ausmauerung der Gruben ab, während in lehmigem, undurchlässigem Boden eine solche nicht zu umgehen ist. Da indessen die Schnitzel sich in gemauerten Mieten weit besser halten, als in Erdmieten, so sind die ersteren überhaupt vorzuziehen.

Bei dieser Art der Aufbewahrung finden nun stets durch Gärungs- und Fäulnisprozesse Verluste statt, welche nach Märcker 50—60 pCt. der eingemieteten Menge erreichen können und im Durchschnitte zu 33 pCt. anzunehmen sind, während Liebscher bei sorgfältiger Einmietung Verluste von nur 2—3 pCt. beobachtete. Demnach müßten sich allerdings durch Verbesserung der Einmietungsverfahren die angegebenen großen Verluste wesentlich beschränken lassen. Liebscher empfiehlt daher folgende Punkte als von größter Wichtigkeit für den guten Verlauf des Einmietungsprozesses der Beachtung:

I. Die Herstellung der Mieten. Dieselben sollen mit guten harten Steinen, welche kein Grundwasser eintreten lassen, ausgemauert sein. Die Tiefe

betrage etwa 2—3 m. Je tiefer die Miete ist, um so fester liegt die Masse darin und um so geringer ist die Oberfläche im Verhältnis zum Inhalte. Die Breite muß je nach den lokalen Verhältnissen verschieden sein. Die Länge ist beliebig, doch versieht man eine lange Miete zweckmäßig mit gemauerten Scheidewänden. Lange und schmale Mieten sind vorzuziehen, weil von ihnen nur soviel geöffnet zu werden braucht, als in wenigen Tagen verfüttert werden kann, während der Rest bedeckt und dadurch vor dem Verderben geschützt bleibt. Die Größe der Abteilungen würde so zu bemessen sein, daß man jede an einem Tage, höchstens an zwei Tagen füllen, kann, so daß die Schnitzel nicht zu lange an der Luft liegen bleiben.

II. Das Einmietungsmaterial. Die Höhe der Temperatur, mit welcher man bei der Diffusion arbeitet, ist für die Haltbarkeit der Schnitzel von Bedeutung. Nicht minder wichtig ist eine möglichst vollkommene Abkühlung der ausgelaugten Schnitzel durch kaltes Wasser in den Diffuseuren; denn würden dieselben noch warm entleert werden, so fänden die aus der Luft sich ansiedelnden Spaltpilze günstigere Temperaturverhältnisse für ihre Vermehrung vor. An den Pressen und auf dem Schnitzelboden ist die größtmöglichste Reinlichkeit zu beobachten. Die Schnitzel sind in möglichst frischem Zustande einzumieten.

III. Die Einmietungszeit. Unter sonst gleichen Bedingungen werden die Schnitzel, welche bei niedriger Außentemperatur eingemietet sind, sich am besten halten. Ebenso sind die über Sommer zu lagernden Schnitzel recht stark zu bedecken, um sie dem Einflusse der Sonnenwärme möglichst zu entziehen. Zur längeren Aufbewahrung ($^1/_2$ bis 1 Jahr) sind nur solche Mieten zu wählen, bei welchen die Einmietung tadellos von statten ging.

IV. Die Einmietung selbst. Dieselbe muß richtig ausgeführt werden, d. h. so, daß alles vermieden wird, was die Entwickelung von Schimmelpilzen, Fäulnis-, Buttersäure-, Cellulosegärungsfermenten ꝛc. begünstigt. Nach Liebscher wird dies durch möglichsten Luftabschluß erreicht. Zu dem Behufe sind die Schnitzel während des Füllens der Grube möglichst fest einzutreten und nach der Befüllung stark zu beschweren. Dieses geschieht am einfachsten und zweckmäßigsten mit Erde, welche den Veränderungen der Oberfläche durch Zusammensinken der Schnitzel am leichtesten folgt. Ehe man die Erde aufträgt, bedeckt man die Schnitzel mit einer 5—10 cm dicken Schicht von Gerstenspreu.

Die nach dem bisherigen Einmietungsverfahren eingesäuerten Schnitzel stellen nach Morgen ein geringwertigeres Futtermittel dar, als die frischen; denn diese enthalten ihren gesamten Stickstoffgehalt in Form von Eiweiß, während in jenen etwa $^1/_{10}$ des Stickstoffes als Nichteiweiß vorkommt. Die frischen Rückstände enthalten nur minimale Mengen von Säuren, während in den eingesäuerten etwa der fünfte Teil der Trockensubstanz aus Säuren besteht. Letztere besitzen aber nicht allein einen geringeren Nährwert als die Kohlenhydrate, sondern dürften wahrscheinlich auch ungünstig auf die Ausnützung der anderen Futterbestandteile einwirken.

Die beste Art, die Schnitzel zu konservieren, ist unstreitig das Trocknen derselben. Der allgemeinen Anwendung dieser Konservierungsmethode in der Praxis standen die damit verbundenen, bisher nicht unbedeutenden Unkosten im Wege. Nun scheint in neuerer Zeit durch den von Büttner u. Meyer konstruierten Apparat welchem auch der von dem Vereine deutscher Rübenzuckerfabrikanten ausgesetzte

Preis zuerkannt wurde, die Frage der Schnitzeltrocknung in befriedigender Weise gelöst zu sein.

Nach eingehenden Untersuchungen von Märcker und Morgen über Wesen und Verwertung der getrockneten Diffusionsrückstände*) verdient die Trocknung der Schnitzel die weiteste Verbreitung.

Abgesehen davon, daß man durch das Trocknen Substanzverluste vermeidet, welche die bisherige Konservierungsmethode des Einmietens auch bei sorgfältigster Ausführung zur Folge hat, sind die getrockneten Schnitzel auch ein wertvolleres Futtermittel als die frischen und gesäuerten. Dazu kommt, daß sie durchaus gesund sind und ihre Verfütterung keine Krankheitserscheinungen im Gefolge hat, wie das bei gesäuerten Schnitzeln vorkommen kann.

Die Reinigung des Saftes.

Die Reinigung des Saftes besteht in einer möglichst vollkommenen Entfernung der fremden Stoffe, welche neben dem Zucker in demselben vorkommen, wie des Farbstoffes, der Eiweißkörper, schleimigen Substanzen, organischen Säuren, Aschenbestandteile u. s. w. Alle diese Stoffe, deren vollständige Beseitigung freilich nicht möglich ist, beeinträchtigen die Krystallisation des Zuckers und damit die Ausbeute aus dem Saft.

Die Saftreinigung zerfällt einerseits in die Scheidung und Saturation, andrerseits in die Filtration.

Die Scheidung und Saturation.

Als bestes, einfachstes und billigstes Mittel zur Reinigung des Saftes hat sich auf Grund vieljähriger Erfahrung der gebrannte Kalk bewährt. Bei der Anwendung des Kalkes verfährt man im allgemeinen so, daß man ihn zu dem angewärmten Saft fügt und den Ueberschuß durch Einleiten von Kohlensäure ausfällt. Früher wurde die Scheidung (Behandlung des Saftes mit Kalk) und die Ausfällung des Ueberschusses durch Kohlensäure (Saturation) in zwei getrennten Operationen ausgeführt, während man gegenwärtig beides in einer Operation vereinigt; man bezeichnet daher diesen Vorgang auch als Saturationsscheidung.

Bei derselben erleidet der Saft wesentlich folgende Veränderungen: Zunächst bildet sich lösliches Kalciumsaccharat, wodurch der Kalk befähigt wird, energischer auf die übrigen Saftbestandteile einzuwirken, als in der Form von Kalkmilch. Der Zuckerkalk fällt dann auch alsbald die Zitronensäure, Oxalsäure und andere organische Säuren als Kalksalze aus. Die stickstoffhaltigen Bestandteile des Saftes, wie das Asparagin, Glutamin u. a., werden durch die Einwirkung des Kalkes unter Bildung von Amidosäuren und Ammoniak zerlegt. Ebenso werden Aschenbestandteile, wie Phosphorsäure, Eisenoxyd, Magnesia gefällt. Der Farbstoff wird teils ausgeschieden, teils verändert. Der überschüssige Kalk wird durch die Kohlensäure ausgefällt. Der kohlensaure Kalk bildet dann mit jenen Niederschlägen den Scheideschlamm. Der ursprünglich schwarzgraue, undurchsichtige, schleimige, schwer filtrierbare und

---

*) Berlin, Paul Parey, 1891.

stark nach Rüben riechende Diffusionssaft ist durch die Saturationsscheidung in einen leicht filtrierbaren Schlammsaft verwandelt worden, aus welchem durch Filtration eine klare, blaßgelbe Flüssigkeit von alkalischer Reaktion und deutlichem Ammoniakgeruch gewonnen wird.

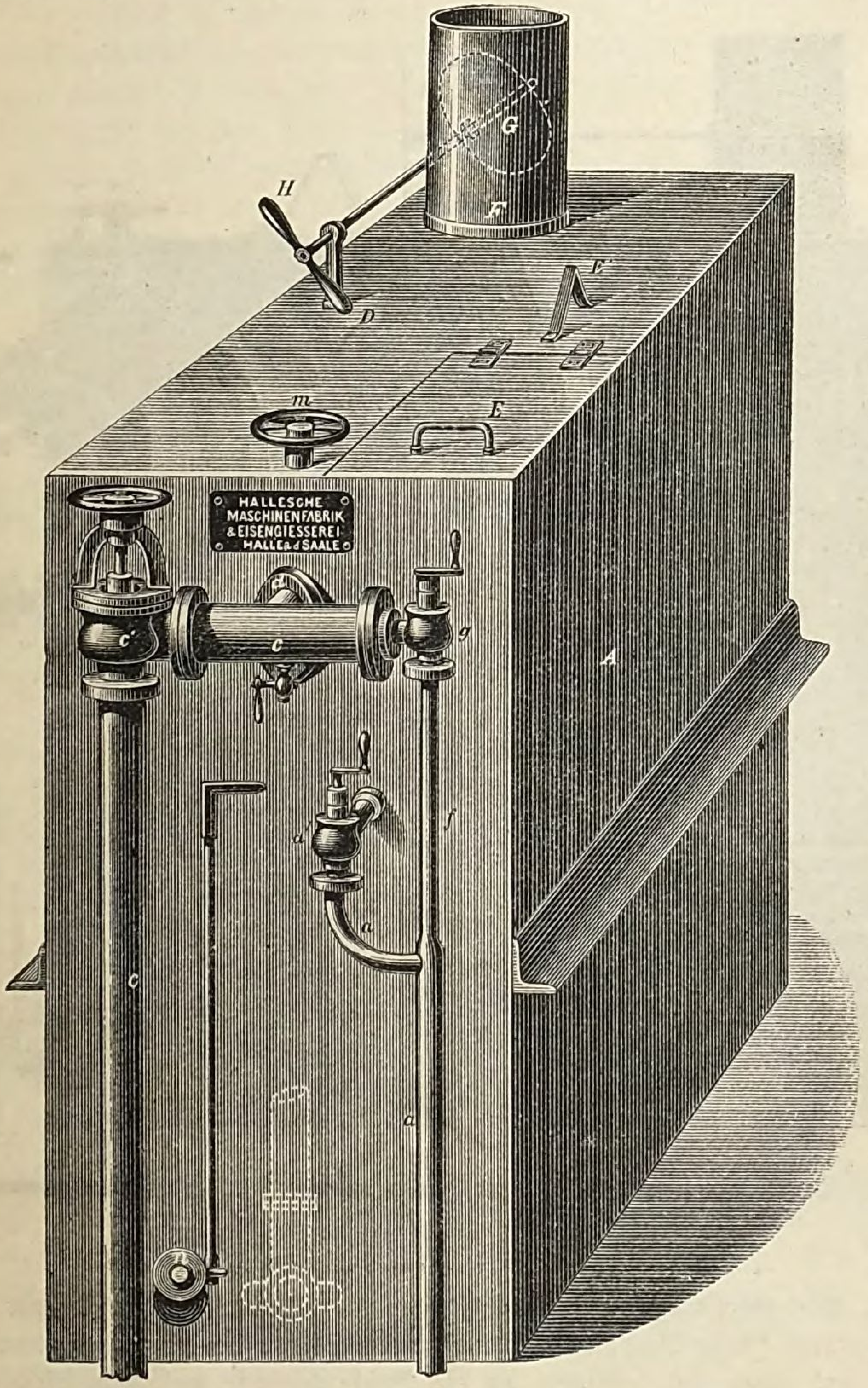


Fig. 116. Scheidepfanne.

Der zur Scheidung gelangende Diffusionssaft wird zunächst vorgewärmt, wodurch man eine wesentliche Beschleunigung der Arbeit erzielt. Der Apparat, dessen man sich zu dem Zwecke bedient, ist nach dem Prinzipe der Kalorisatoren der Diffusionsbatterie konstruiert. Soll der Saft gleich auf die für die Scheidung

erforderliche Temperatur vorgewärmt werden, so werden zwei Vorwärmer angewendet, welche der Saft nacheinander durchströmt. Häufig wird aber auch das letzte Anwärmen in der Scheidepfanne selbst ausgeführt mittels der vorhandenen, kupfernen Heizschlange; dann genügt ein Kalorisator. Zum Heizen des Röhrenkalorisators

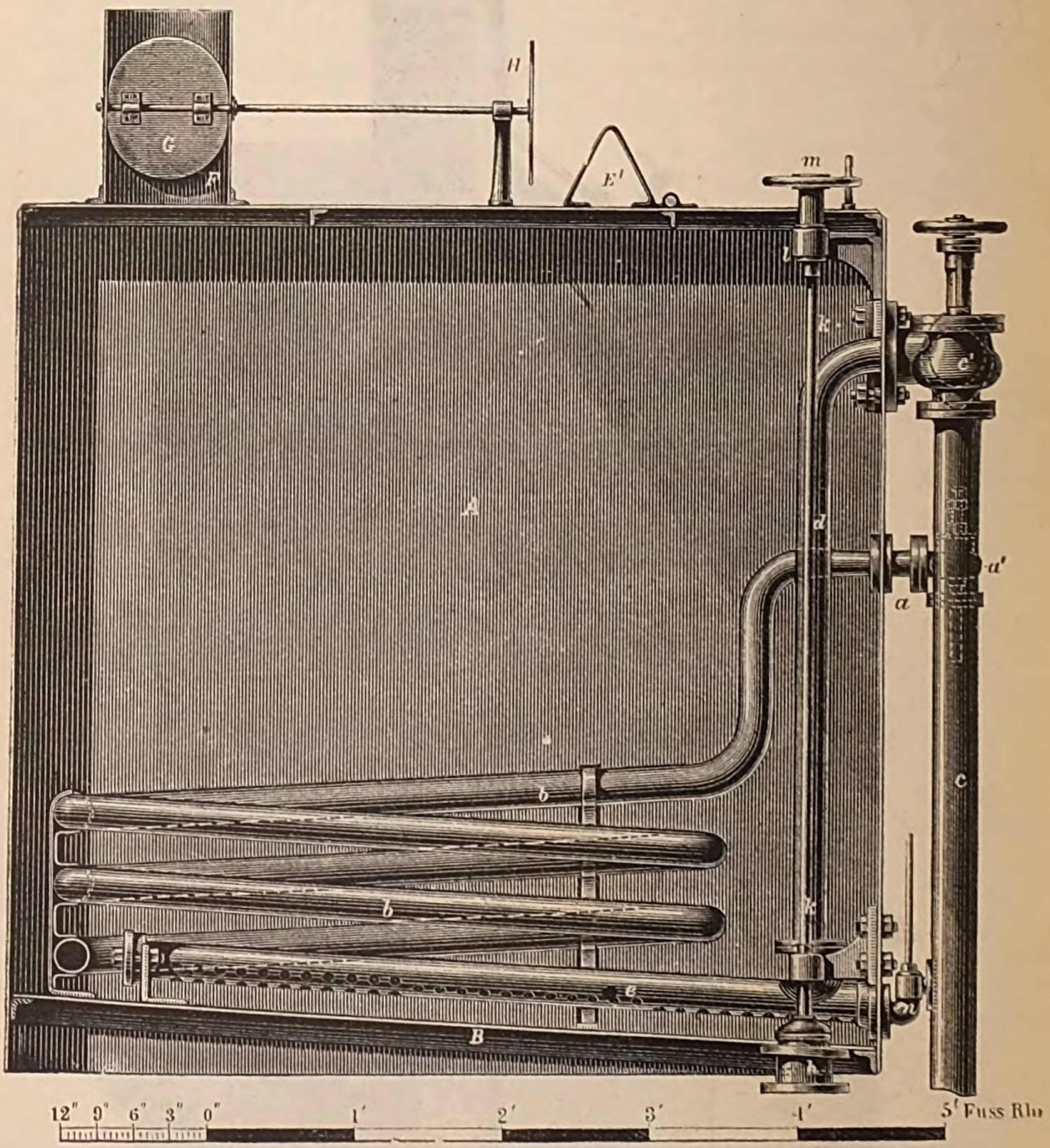


Fig. 117. Scheidepfanne.

verwendet man zweckmäßig die Brüdendämpfe aus dem letzten Körper des Verdampfapparates (siehe Verdampfung). Hierdurch wird der Saft auf etwa 60° vorgewärmt, und zwar fast kostenlos, da die Brüdendämpfe unbenutzt bleiben müßten. Soll die für die Scheidung erforderliche hohe Temperatur erreicht werden, so durchströmt, wie bereits bemerkt, der Saft nun noch einen zweiten Kalorisator, welcher mit direktem Dampf oder auch mit dem Brüdendampf aus dem ersten Verdampfkörper gespeist wird.

Der auf 60° bezw. 80—90° vorgewärmte Saft wird in die Scheide- oder Saturationspfanne geleitet.

Die Scheidepfannen sind aus Kesselblech gearbeitet, von kreisförmigem oder viereckigem Querschnitt. Die letztere Form, die der Kastensaturationspfannen, welche einen geringeren Platz beansprucht, ist gegenwärtig die gebräuchlichere. In Fig. 116 und 117 ist ein derartiger Apparat abgebildet.

A ist ein viereckiger, eiserner Kasten. Der Boden B ist nach vorn geneigt zur leichteren Entleerung des Schlammes durch das Ablaßventil. Der feste Deckel D ist mit einer Klappe E versehen. E' dient dem geöffneten Deckel als Stütze. F ist das Dunstrohr mit der Drosselklappe G.

Die Zuführung des Heizdampfes geschieht durch das Hauptdampfrohr aa mit dem Absperrungsventil a' in die mehrfach gewundene Heizröhre bb. Das Ende des letzteren mündet in der Vorderwand des Kastens bei n aus zur Ableitung des Kondenswassers und des nicht verdichteten Dampfes.

Die Kohlensäure wird durch das Rohr c mit dem Absperrventil c' zugeführt; sie gelangt durch d in das gerade, dicht über dem Boden und diesem parallel laufende Rohr e, durch welches sie in den Saft austritt. Zu dem Behufe ist dieses Rohr mit zahlreichen Ausströmungsöffnungen versehen. Alle diese Oeffnungen sind nach abwärts gerichtet, einerseits, damit sie sich nicht durch den Schlamm verstopfen können, andererseits, um eine möglichst vollständige Verteilung der Kohlensäure in der Flüssigkeit herbeizuführen.

Durch das von der Hauptdampfleitung abzweigende Rohr f mit dem Ventil g ist man imstande, Dampf in das Kohlensäurerohr zu leiten, so daß man gegebenen Falles gleichzeitig Dampf und Kohlensäure in die Flüssigkeit treiben kann.

Durch das kleine Rad m, welches an der Spindel k befestigt ist, wird das in dem Stutzen h befindliche Ablaßventil gehandhabt.

Zur Ausführung der Saturationsscheidung ist guter Kalk und möglichst reine Kohlensäure erforderlich. Man erzeugt beide gleichzeitig in der Fabrik selbst.

Der Vorgang bei der Scheidung, welche indessen in sehr verschiedener Weise ausgeführt wird, gestaltet sich im allgemeinen folgendermaßen:

Sobald die Scheidepfanne etwa bis zur Hälfte mit dem vorgewärmten Saft gefüllt ist, wird der Kalk zugefügt und dann sofort Dampf und Kohlensäure eingeleitet. Den Kalk wendet man meist in Form einer Kalkmilch von 18—20° Bé an, und zwar in einer Menge, daß auf den Saft von 100 kg Rüben 2—3 kg frisch gebrannter Kalk kommen. Die Temperatur wird so reguliert, daß sie am Ende des Prozesses etwa 85—90° C beträgt.

Das Einleiten von Kohlensäure setzt man so lange fort, bis in einer herausgenommenen Probe des saturierten Saftes sich der Niederschlag rasch absetzt. Man darf in der Behandlung des Saftes mit Kohlensäure nicht zu weit gehen, da sonst leicht unlösliche Kalkverbindungen von Nichtzucker wieder gelöst werden können. Man läßt daher bei der ersten Saturation noch eine Kalkalkalität von 0,10 bis 0,15 pCt. bestehen.

Der Schlammsaft wird darauf filtriert und der klare Saft einer zweiten und selbst dritten Saturation unterworfen.

Hierbei wird nochmals, jedoch nur ½—1 kg Kalk auf den Saft von 100 kg Rüben zugesetzt und unter Einleiten von Kohlensäure fast bis zum Kochen erhitzt. Begnügt man sich mit einer zweimaligen Saturation, so wird nun der Kalk vollständig ausgefällt, im anderen Falle bis auf 0,06—0,08 pCt. Darauf wird der

Schlammsaft abermals durch die Filterpressen getrieben und nun bei einer dritten Saturation der letzte Rest des Kalkes durch Kohlensäure oder schweflige Säure oder auch durch beide entfernt. Schweflige Säure wendet man stets an, wenn die weitere Reinigung des Saftes durch mechanische Filtration erfolgt, um weniger gefärbte Säfte zu erzielen.

Die völlig aussaturierten und von Aetzkalk befreiten Säfte haben nichtsdestoweniger eine schwach-alkalische Reaktion, welche von der Anwesenheit von Alkalien und Ammoniak herrührt.

In Bezug auf die Menge der Nichtzuckerstoffe, welche durch die Saturationsscheidung aus dem Safte entfernt werden, lauten die Angaben sehr verschieden. Nach Stohmann*) darf man im allgemeinen annehmen, daß bei einer gut ausgeführten Scheidung mit doppelter Saturation mindestens die Hälfte, durchschnittlich vielleicht zwei Drittel bis drei Viertel der Gesamtmenge des Nichtzuckers abgeschieden werden.

Wie bereits erwähnt, wurde früher die Scheidung und Saturation getrennt ausgeführt, bis seit 25 Jahren die Saturationsscheidung in Aufnahme kam. Ein neues patentiertes Verfahren von Kuthe & Anders kehrt nun zur alten Scheidung zurück, indem es die mechanischen Vorteile der jetzigen Scheidesaturation mit derselben verbindet. Das Verfahren von Kuthe & Anders bietet den Vorteil einer wesentlichen Ersparnis an Kalk und Kohlensäure, ohne daß der Reinheitsgrad des Saftes dadurch vermindert wird, ja er soll vielmehr etwas erhöht werden.

Zur praktischen Ausführung verfährt man kurz folgendermaßen:

Der bis zur Gerinnung des Eiweißes (65—70° C) vorgewärmte Saft wird in Mischapparaten mit 1—$1^3/_4$ pCt. Aetzkalk versetzt. Es ist gleichgiltig, ob der Kalk als Kalkmilch, Staubkalk, Stückkalk oder Saccharat vom Steffenschen Ausscheidungsverfahren (s. Melasseentzuckerung) angewendet wird. Wenn der im Safte möglichst gleichmäßig verteilte Kalk eine gewisse Zeitdauer gewirkt hat, wird der entstandene Niederschlag ohne eine wesentliche Temperaturerhöhung vollkommen vom Safte getrennt, so zwar, daß man eine ganz klare Flüssigkeit erhält. Man erzielt dieses durch eine zweimalige Filtration des Schlammsaftes durch Filterpressen. Dieser Saft gelangt nun mit einer Alkalität von 0,18, 0,2—0,24 zur Saturation mit Kohlensäure, wobei die Alkalität bis auf 0,02 ermäßigt wird. Der sich ausscheidende kohlensaure Kalk ist krystallinisch und fast chemisch rein. Derselbe wird in den Filterpressen gesammelt und unausgesüßt mit dem Kalk bei der Scheidung zugesetzt. Dadurch erreicht man, daß der Scheideschlamm sich gut filtrieren und auslaugen läßt.

Gelangen Rüben von unnormaler Beschaffenheit, unreife, gefrorene oder sonst verdorbene zur Verarbeitung, so muß man etwas mehr Kalk verwenden und zwar setzt man dann etwa 0,2—0,4 pCt. Kalk (auf Rüben berechnet) als Milch oder Pulver zur ersten oder zweiten Saturation, so daß man eine reichlichere Menge von kohlensaurem Kalk als Zusatz bei der Scheidung und zur Erleichterung der Filtrierarbeit erhält.

Man kann bei diesem Verfahren natürlich die Saturation schon früher als bei 0,02 unterbrechen und in einer zweiten Saturation mit Kohlensäure und in

---

*) Handbuch der Zuckerfabrikation, 2. Aufl. Berlin 1885, Paul Parey.

einer dritten mit einem Gemisch von schwefliger Säure und Kohlensäure bis 0,01 heruntersaturieren.

Das Wesentliche des Verfahrens besteht lediglich darin, daß bei einem geringeren Aufwande an Kalk und Kohlensäure Scheidung und Saturation getrennt ausgeführt und der bei der letzteren Operation sich ergebende kohlensaure Kalk bei der Scheidung zugesetzt wird.

Die Trennung des Saftes vom Schlamme. Um den bei der Scheidung bezw. Saturationsscheidung sich bildenden Schlamm aus dem Safte zu entfernen, bedient man sich jetzt allgemein der Filterpressen oder Schlammpressen.

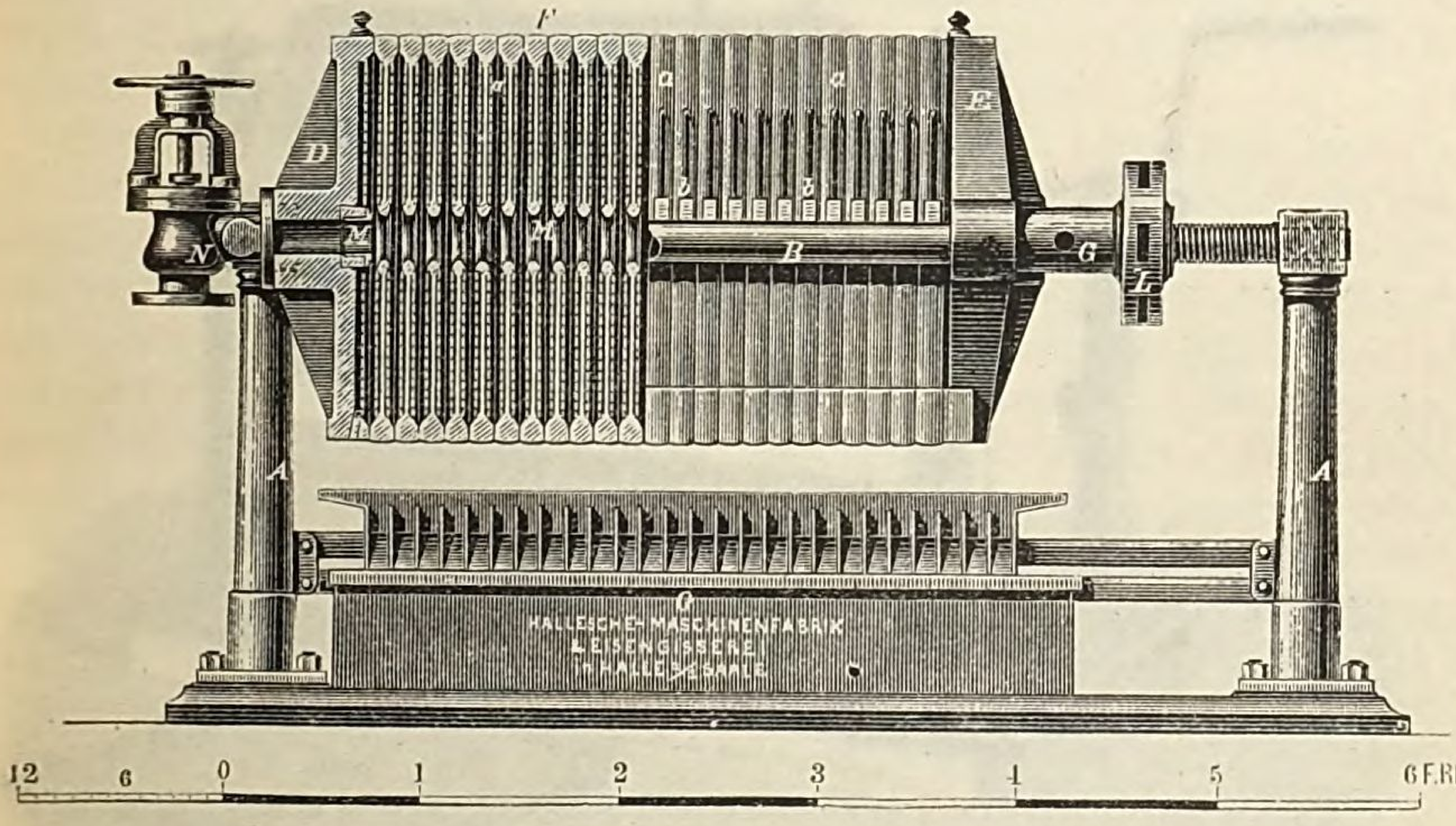


Fig. 118. Filterpresse.

Die Filterpresse bietet in einem verhältnismäßig kleinen Raume eine große Filterfläche dar und gestattet durch Druck die Filtration zu beschleunigen. Sie ist daher besonders geeignet zur Bewältigung der großen Schlammmassen, wie sie sich bei den gegenwärtig üblichen Scheideverfahren im Betrieb ansammeln.

In der Konstruktion der Filterpresse kommen zahlreiche Modifikationen vor, insbesondere in Bezug auf die Zuführung des Schlammsaftes, die Ausübung des Druckes, ob mittels Dampf, komprimierter Luft oder direkt mittels einer Pumpe ꝛc.

Im wesentlichen bestehen die Filterpressen aus einer größeren Anzahl Filterplatten oder Rahmen, welche vertikal neben einander angeordnet, ein System von Kammern darstellen.

In Fig. 118 und 119 ist ein derartiger Apparat mit zentraler Schlammsaftzuleitung abgebildet.

Die Presse ruht auf vier eisernen Säulen AA, die der Länge nach durch die starken Eisenstangen BB und in der Breite durch das Widerleger D und das Endstück C miteinander verbunden sind. Zwischen dem letzteren und dem verschiebbaren Kopfstück E befindet sich mit seitlichen Griffen auf den Eisenstangen ruhend, die Filterrahmen a. Diese (Fig. 119, F) bestehen aus einer auf beiden Seiten gerippten und mit zentraler Oeffnung versehenen Platte. Die Ränder der

Rahmen sind vorspringend und genau gegeneinander abgeglichen, so daß je zwei derselben eine Filterkammer zur Aufnahme des Schlammes bilden. Der Abstand zwischen den zwei Platten beträgt je nach der Höhe des vorspringenden Randes 1 bis 3 Zentimeter, so daß der kubische Inhalt einer solchen Kammer im Verhältnis zu der Größe der von den Platten gebildeten Wandungen ein sehr geringer ist. Dadurch wird aber gerade die große Leistungsfähigkeit der Presse bedingt. Die kleinen Rinnen zwischen den Rippen zu beiden Seiten der Platten führen nach unten in einen gemeinschaftlichen Kanal, aus welchem der Saft durch den seitlich angebrachten Hahn e in den Trog o fließt.

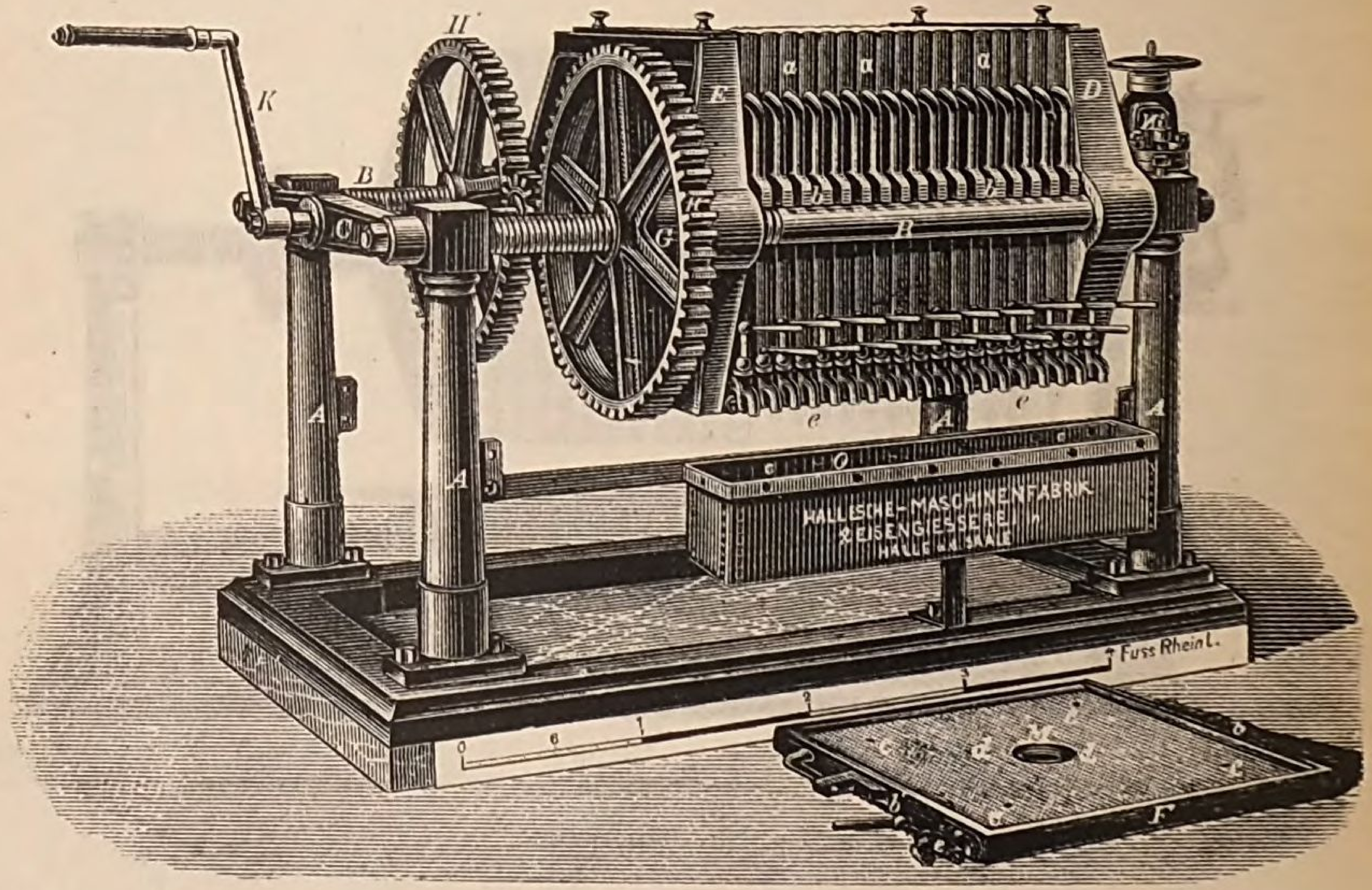


Fig. 119. Filterpresse.

Ueber den gerippten Plattenflächen sind feingelochte Eisenbleche durch Schrauben angebracht. Auf diese Bleche werden endlich die Filtriertücher gelegt, welche so groß sind, daß sie den Rahmen samt dem Rande bedecken. Entsprechend der mittleren Oeffnung der Platten sind die Tücher mit Ausschnitten versehen. Durch besondere Verschraubungen werden die Tücher um die Oeffnung herum gegen die Platte abgedichtet.

Durch Drehung der Kurbel K (Fig. 119*) wird das auf einer Spindel sitzende Kopfstück E gegen die Filterrahmen und das Widerleger D gepreßt. Dadurch werden die Filtertücher zwischen den Rändern der Rahmen eingeklemmt, in ihrer Lage festgehalten und die Kammern nach außen dicht abgeschlossen. Die Mittelöffnungen bilden nun einen Kanal, welcher mit allen Räumen zwischen den Tüchern in Verbindung steht, durch das Endstück D hindurchgeht und vermittels des Eingangventils N zur Schlammsaftdruckleitung führt.

---

*) In Fig. 118 besteht die Vorrichtung zur Bewegung des Kopfstückes E in einer Schraubenmutter mit dem Ansatz L, in dessen schlitzförmige Oeffnungen als Hebel dienende Eisenstangen eingesetzt werden.

Beim Arbeiten mit der Filterpresse werden zunächst die sämtlichen Rahmen und ebenso das Kopf- und Endstück mit angefeuchteten Tüchern von Jute, Leinen oder Baumwolle überzogen und um die mittleren Oeffnungen herum durch die Tuchverschraubungen fest abgedichtet. Durch Drehen der Kurbel K (Fig. 119) bezw. der Schraubenmutter G (Fig. 118) werden die Rahmen fest gegeneinander gepreßt. Die Hähne e werden sämtlich ganz geöffnet, das Eingangsventil anfangs wenig, um die Filtration langsam einzuleiten, später nach Bedarf mehr. Der heiße Schlammsaft tritt durch die mittlere Oeffnung in die Kammern ein.

Der Schlamm bleibt auf den Tüchern zurück und füllt allmählich die einzelnen Kammern völlig an, während der klare Saft durch die Tücher hindurchgeht, an den gerippten Platten abwärts fließt und durch die Hähne e in den Sammeltrog austritt, aus welchem er durch eine Rohrleitung fortgeführt wird.

Wenn die Kammern dicht mit festgepreßtem Schlamm erfüllt sind, hört der Saft auf zu fließen. Das Eingangsventil wird geschlossen und die Presse zur Entleerung vorbereitet. Zu dem Behufe läßt man zunächst durch ein zwischen der Presse und dem Eingangsventil sitzendes Dampfventil in den zentralen Kanal Dampf eintreten. Dadurch wird der in demselben noch befindliche Schlammsaft in die Kammern gedrängt. Darauf schreitet man zum Absüßen des Filterinhaltes. Der in der Filterpresse abgelagerte Schlamm enthält nämlich noch etwa 40—50 pCt. seines Gewichtes an Saft. Durch Beseitigung dieses Schlammes würden sich daher sehr fühlbare Zuckerverluste ergeben. Man ist deshalb darauf bedacht, diese Saftmenge noch so gut als möglich zu gewinnen. Man hat zu dem Behufe verschiedene Verfahren angewendet. Am einfachsten und zweckmäßigsten erreicht man die Entsaftung des Schlammes durch Auswaschen, Absüßen in der Filterpresse selbst. Man hat zu diesem Zwecke besondere Absüßvorrichtungen an den Filtern angebracht, indem man die Filterplatten an der den Ausflußhähnen gegenüber liegenden unteren Ecke und der über den Ausflußhähnen liegenden oberen Ecke mit Löchern versehen hat. Dadurch entstehen zwei Kanäle. Der untere bildet den Wasserkanal und steht durch ein Ventil mit einer Wasserdruckleitung in Verbindung. Der diagonal gegenüber liegende obere Kanal (Absüßkanal) nimmt den durch das Wasser verdrängten Saft auf und endet durch eine Rohrleitung in die Saftablaufrinne. Der Raum zwischen den Tüchern und der gerippten Plattenfläche kommuniziert abwechselnd, einerseits mit dem Wasser, andererseits mit Absüßkanal. Infolge dessen füllt das Wasser zunächst den Raum zwischen Tuch und Platte aus, geht durch den Schlammkuchen, den Saft in demselben verdrängend, zu der nächsten Platte und tritt hier durch den Abflußkanal aus. Man süßt so lange ab, bis der ablaufende Saft keinen nennenswerten Zuckergehalt mehr hat. Der Schlamm enthält dann höchstens noch 1 pCt. Zucker, während er unabgesüßt einen Zuckergehalt von 4—5 pCt. besitzt.

In Bezug auf die Menge des Scheideschlammes, welche aus den Filterpressen hervorgeht, kann man nach Stohmann annehmen, daß dieselbe durchschnittlich 4 Kilo beträgt pro 1 Kilo des angewandten Kalkes.

Bei den gegenwärtig üblichen Scheideverfahren mit einem Aufwand von 2—3 kg Kalk auf den Saft von 100 Kilo Rüben würden daher für je 1000 MC verarbeiteter Rüben durchschnittlich 100 MC Schlamm abfallen.

100 kg Schlamm (aus den Filterpressen ohne Auslaugevorrichtung) enthalten ungefähr (Schwackhöfer):

40—50 kg Wasser,
3—5 „ Zucker,
8—12 „ organischen Nichtzucker (davon 0,5—1,0 kg Stickstoff),
35—45 „ Mineralstoffe (davon 1,0 Phosphorsäure).

Durch Aussüßen in den Filterpressen wird, wie erwähnt, der Zuckergehalt auf 1—0,5 pCt. erniedrigt.

Der Scheideschlamm wird als Düngemittel verwendet und besitzt als solches wegen seines Gehaltes an Phosphorsäure und Stickstoff und bei der Kalkarmut der meisten Rübenböden einen hohen Wert, so zwar, daß in vielen Gegenden ein großer Teil der Gesamtunkosten für die Kalk- und Kohlensäureproduktion durch den Verkauf des Preßschlammes gedeckt werden kann.

Was die Verwendung des Schlammes zur Düngung betrifft, so ist es durchaus unzweckmäßig, die Schlammkuchen ohne weiteres auf das Feld zu bringen, da die fest gepreßten Stücke nur unvollkommen von Pflug und Egge zerteilt werden. Man unterwirft den Schlamm daher einer besonderen Zubereitung, indem man ihn mit Erde oder Kompost vermischt oder auch trocknen läßt und darauf zerkleinert.

Zur Beförderung des Schlammsaftes in die Filterpressen wurden früher ausschließlich Montejus oder Saftheber (Siehe S. 47) angewendet. In neuerer Zeit finden dagegen selbstthätige Schlammpumpen immer mehr Eingang, da sie manche Vorzüge vor den Safthebern besitzen.

Die Vorzüge der Schlammpumpen, welche auch sehr regelmäßig arbeiten und keiner besonderen Beaufsichtigung bedürfen, bestehen nun wesentlich darin, daß die Schlammkuchen von gleichmäßiger Beschaffenheit sind und sich besser aussüßen lassen, ferner daß eine Verdünnung des Saftes, wie eine solche durch den im Saftheber sich kondensierenden Dampf stattfindet, ausgeschlossen ist. Endlich werden die Tücher mehr geschont, da sie mit Dampf nicht mehr in Berührung kommen können.

Die Gewinnung des Kalks und der Kohlensäure. Guter Kalk und reine Kohlensäure sind Haupterfordernisse bei der Saftreinigung. Die Zuckerfabriken brennen nun ihren Kalk selbst und gewinnen dabei gleichzeitig die Kohlensäure. Zu letzterem Zwecke muß der Kalkofen mit einer besonderen Vorrichtung versehen sein.

Der Schacht A (Fig. 120) eines solchen Ofens hat meist die Form eines abgestumpften Kegels von 6—10 m Höhe, 2—3 m unterem und etwa 1 m oberem lichtem Durchmesser. Der aus Ziegelsteinen gebaute Ofen ist mit Chamottesteinen ausgemauert und mit einem eisernen Mantel umgeben; letzteres, um einem Eindringen der Luft von außen vorzubeugen. Unten rings um den Schacht liegen gleichmäßig verteilt drei Feuerungen BBB, hier als Schüttfeuerungen eingerichtet. Das Brennmaterial (Kokes), durch die obere Füllöffnung eingebracht, erhält die erforderliche Luft teils durch den horizontalen Kanal a, teils vom Aschenfall b aus. Die heißen Verbrennungsgase gelangen zunächst durch den aus feuerfesten Steinen gebildeten Vertikalrost in den Kanal d und aus diesem gegen das Mauerstück c anprallend an sechs Stellen f in den Schacht.

Zur Regelung des Luftzutrittes sind die oberen Füllöffnungen der Feuerungen, der Luftzuführungskanal a und der Aschenfall b mit Thüren versehen.

In der Gicht des Ofens befindet sich der eiserne Aufsatz C mit dem Rohre D zur Erzeugung eines starken Zuges. h ist eine Drosselklappe, welche geschlossen wird, sobald der untere Teil des Ofens sich in gehöriger Glut befindet und man

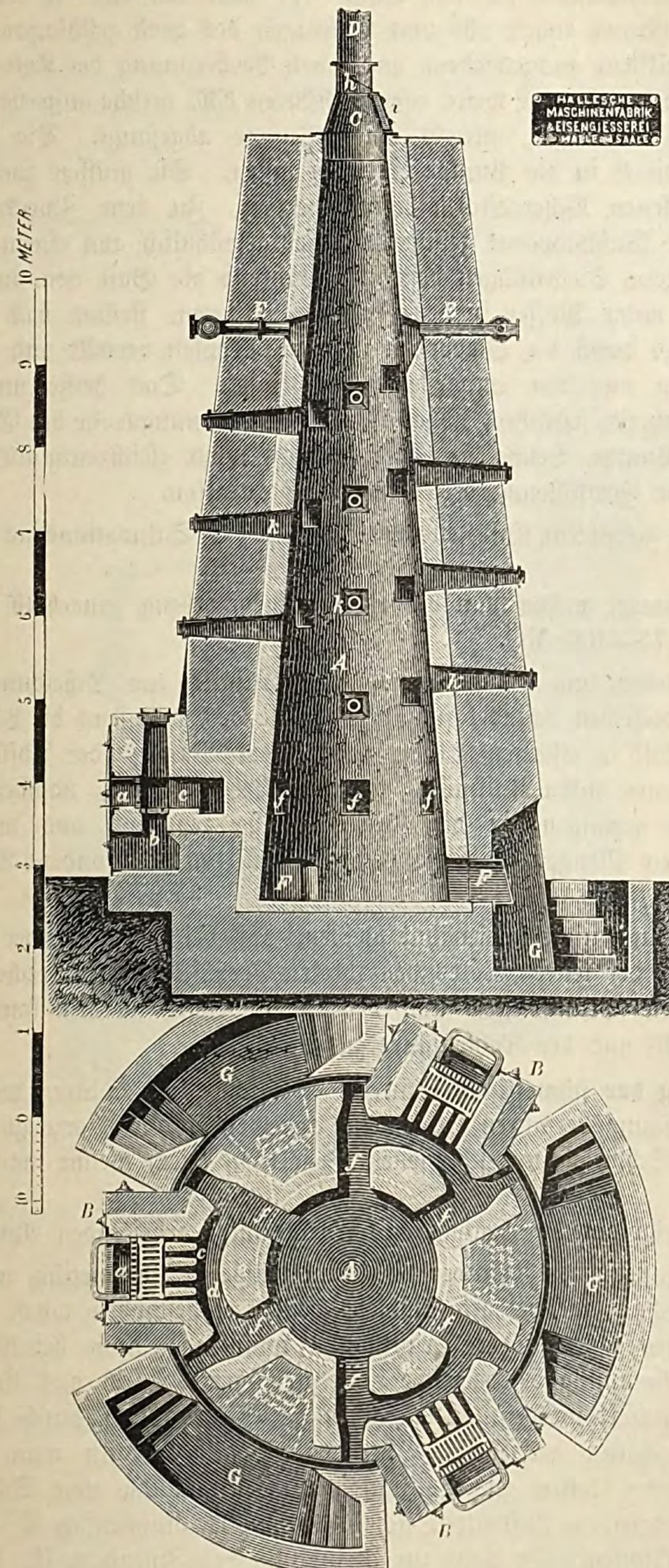


Fig. 120. Kalkofen.

zum Abzug der Kohlensäure schreiten kann. In dem Aufsatze ist bei i eine dicht verschließbare Oeffnung angebracht zum Eintragen des grob geschlagenen Kalksteins. Die aus dem Kalkstein ausgetriebene und durch Verbrennung der Kokes entstandene Kohlensäure wird durch zwei weite eiserne Röhren EE, welche außerhalb des Ofens in ein Rohr sich vereinigen, mittels einer Pumpe abgesaugt. Die heißen Gase kann man nicht direkt in die Pumpe eintreten lassen. Sie müssen zuerst abgekühlt und von mitgerissenen Ascheteilchen befreit werden. Zu dem Zwecke werden die Gase durch einen Waschapparat geführt, welcher gewöhnlich aus einem zylindrischen Gefäß mit mehreren Siebeinlagen besteht. Während die Gase von unten durch ein siebartiges Rohr unter Wasser in den Zylinder eintreten, strömt das Waschwasser von oben zu, wird durch die Siebböden in feine Tropfen verteilt und kommt so in innige Berührung mit den emporsteigenden Gasen. Das heiße und schmutzige Wasser fließt durch ein seitliches, höher als das Einströmungsrohr der Gase liegendes Rohr ab. Die Pumpe, welche die Gase absaugt, wirkt gleichzeitig als Druckpumpe und besorgt so die Fortführung derselben zur Saturation.

Bei richtig geleitetem Kalkofenbetrieb enthält das Saturationsgas 25—30 pCt. Kohlensäure.

Die Kalkmenge, welche man bei 4—6maligem Abzug innerhalb 24 Stunden gewinnt, beträgt 75—100 MC.

Der Kalk wird, wie erwähnt, meist als Kalkmilch zur Scheidung verwendet. Zur Herstellung derselben befindet sich in der Nähe des Kalkofens die Löschstation. Dort wird der Kalk in eisernen Kästen mit reinem Wasser oder Absüßwasser der Filterpressen zu einer dicken Kalkmilch gelöscht. Letztere wird, nachdem sie durch einen Steinfänger gegangen, in die Kalkmeßgefäße gepumpt, aus welchen sie in genau abgemessenen Mengen in die Scheidepfannen durch besondere Leitungen abgezogen wird.

Schließlich mag nicht unerwähnt bleiben, daß bei entsprechender Einrichtung der Feuerung statt der teuren Kokes den lokalen Verhältnissen entsprechend billigeres Brennmaterial, wie Braunkohlen und dergl., verwendet werden kann, ohne die Reinheit des Kalks und der Kohlensäure zu gefährden.

Gewinnung der schwefligen Säure. Die schweflige Säure, welche bei den neueren Saftreinigungsverfahren allgemein angewendet wird, erzeugt man durch Verbrennen von Schwefel in geschlossenen Behältern, durch welche man Luft drückt oder saugt.

Fig. 121 zeigt einen derartigen mit Druckpumpe arbeitenden Apparat.

A ist ein gußeiserner Zylinder von 1 m Länge mit hermetisch verschließbarer Thüre, B eine Schale, welche mit Schwefel gefüllt eingeschoben wird. Durch das Rohr C, in welches das von der Druckpumpe kommende Rohr bei E einmündet, wird die zur Verbrennung erforderliche Luft zugeführt. Durch das Ventil F kann der Luftzutritt reguliert werden. Die schweflige Säure wird durch H und J zu den Saturationsgefäßen getrieben. Durch das Ventil G kann man in den Zylinder H Luft treten lassen zur vollständigen Verbrennung von Schwefeldampf, welcher bei ungenügendem Luftzutritt sich bildet. Der Rohransatz K ist während des Betriebes geschlossen. Er dient zur Reinigung des Zylinders H, falls sich in demselben Schwefeldämpfe niedergeschlagen haben.

Die Filtration.

Eine weitere Reinigung des Saftes, ehe derselbe zur Abscheidung krystallisierten Zuckers eingedampft wird, erstreckt sich sowohl auf den zwei- bis dreimal saturierten sog. Dünnsaft als auch auf den aus diesem durch Konzentrieren gewonnenen Dicksaft.

Diese Säfte werden nun in neuerer Zeit in verschiedenen Fabriken verschieden behandelt. Während früher allgemein die Filtration über Knochenkohle üblich war

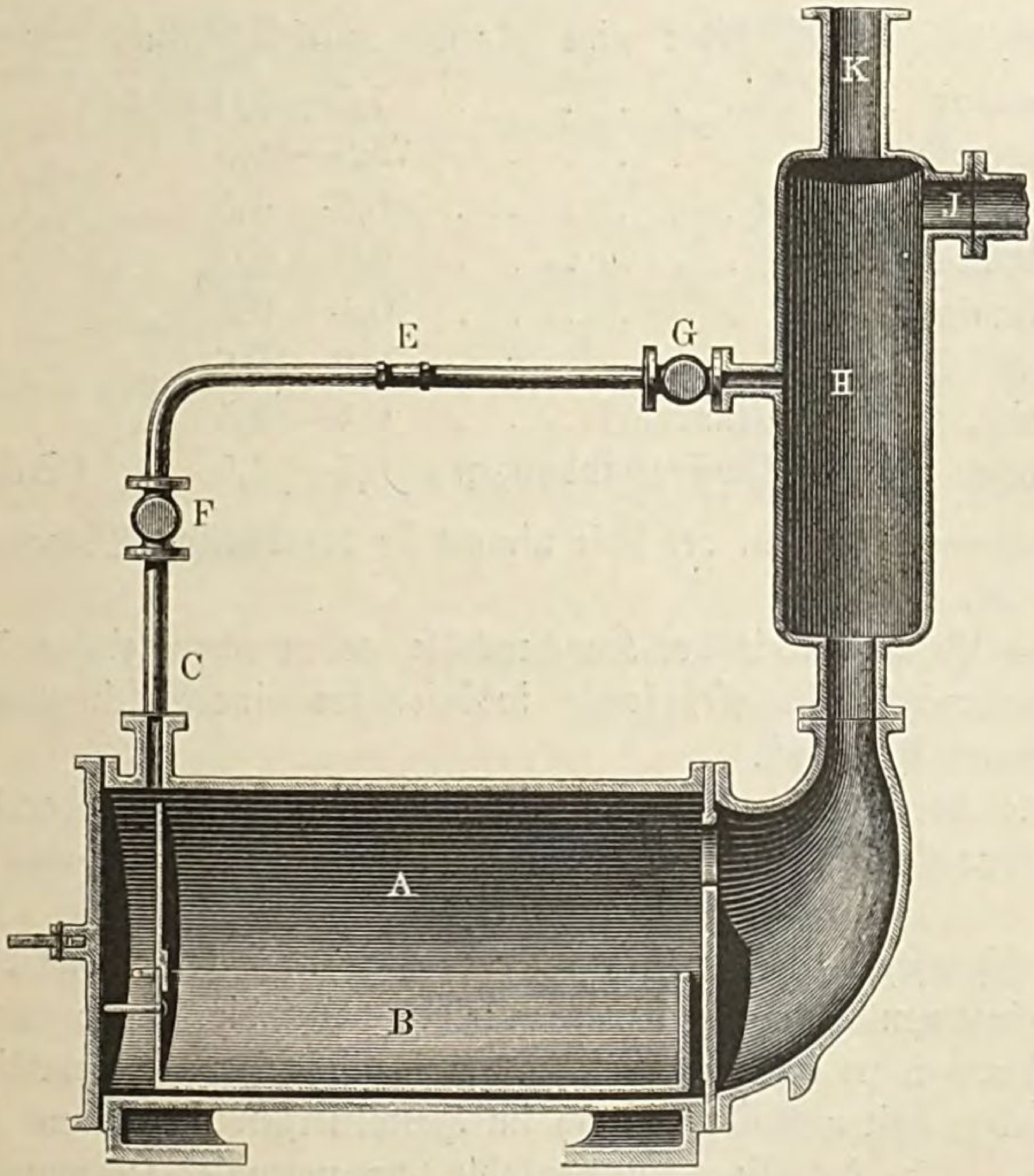


Fig. 121. Apparat zur Erzeugung schwefliger Säure.

hat die Mehrzahl der Betriebe dieses Verfahren aufgegeben und begnügt sich mit einer rein mechanischen Filtration des Dünnsaftes sowohl wie des Dicksaftes. Wenn nun auch die Kohlenfiltration für die Rohzuckerfabriken an Bedeutung verloren, so dürfte sie doch im Raffineriebetriebe noch lange eine hervorragende Rolle spielen. Wir werden daher im Folgenden beide Verfahren, die Filtration über Knochenkohle und die mechanische Filtration betrachten.

Die Filtration über Knochenkohle. Die Knochenkohle wurde schon im Jahre 1812 von Derosne in die Zuckerfabrikation eingeführt. Damals wendete man sie in Form eines feinen Pulvers an und kochte damit die Säfte. Statt dessen gebraucht man gegenwärtig erbsengroße Stückchen von Kohle, über welche man die heißen Säfte filtriert. Dieses Verfahren bietet den Vorteil, daß die gebrauchte Kohle wieder belebt und von neuem verwendet werden kann.

Die Knochenkohle wird bereitet, indem man von Fett befreite Knochen bei Luftabschluß der Glühhitze aussetzt. Während die äußere Form und die Gesamtstruktur erhalten bleibt, wird hierbei die organische Substanz verkohlt. Die Knochen, bestehend aus organischem Gewebe und Mineralsubstanz (Knochenerde) sind von zahllosen feinen Kanälchen durchzogen. Diese Kanälchen sind auch nach dem Erhitzen in der Knochenkohle vorhanden und verleihen derselben eine ungemein poröse Beschaffenheit. Auf dieser Porosität und der dadurch bedingten molekularen Anziehung, welche die Kohle auf verschiedene Stoffe auszuüben vermag, beruht nun größtenteils ihre Wirkung als Saftreinigungsmittel.

Frisch geglühte Knochenkohle zeigt folgende durchschnittliche Zusammensetzung:

Kohlenstoff	7,5—12,0	pCt.	
Calciumphosphat	75,0—80,0	„	
Magnesiumphosphat	0,8— 1,5	„	
Calciumcarbonat	6,0— 8,0	„	
Calciumsulphat	0,1— 0,3	„	
Lösliche Salze	0,2— 0,6	„	
Silicate, Sand, Eisenoxydul	0,5— 1,5	„	
Schwefel und Stickstoffverbindungen	0,5— 1,5	„	(Schwackhöfer.)

Bei längerem Liegen an der Luft nimmt sie beträchtliche Mengen von Wasser (8—12 pCt.) auf.

Ueber die Beschaffenheit der Knochenkohle geben schon einige äußere Merkmale und die chemische Analyse, sowie insbesondere eine Bestimmung des Entfärbungsvermögens Aufschluß.

Eine gute Knochenkohle soll eine reinschwarze, nicht graue oder braune Farbe besitzen und ohne Glanz sein. Glänzende Stellen weisen auf eine mangelhafte Porosität hin.

Letztere Eigenschaft soll in hohem Grade vorhanden sein, ohne daß jedoch die Festigkeit der einzelnen Stückchen darunter leidet. Auf die Zunge gelegt, giebt sich die Porosität dadurch zu erkennen, daß das Kohlenstückchen die Feuchtigkeit ansaugt und an der Zunge haften bleibt. Auch im Hektolitergewicht kommt die Porosität zum Ausdrucke. Ein Hektoliter Knochenkohle von normaler Körnung soll 75 bis 80 kg wiegen. Bei einem Volumengewicht unter 75 kg ist die Kohle zwar sehr porös, aber von zu geringer Festigkeit, so daß durch Zerbröckeln viel Abgang entsteht. Ueberschreitet das Hektolitergewicht 80 kg, so ist die Kohle zu dicht. Dieses gilt jedoch nur für frische Kohle. Durch oftmaligen Gebrauch und Wiederbelebung wird die Kohle immer dichter, so daß das Volumgewicht schließlich auf mehr als 100 kg steigt. Der Kohlenstoffgehalt soll die oben angegebenen Grenzen (7,5 pCt. und 12,0 pCt.) nicht überschreiten.

Der Gehalt an Sand soll 1 pCt., der Wassergehalt 10 pCt. nicht übersteigen.

Für die Verwendung der Knochenkohle zum Reinigen der Säfte war ursprünglich lediglich die Eigenschaft derselben maßgebend, färbende Substanzen festzuhalten und so auf Lösungen entfärbend zu wirken. Später erst machte man die Wahrnehmung, daß die Knochenkohle mehr oder minder auf alle Bestandteile des Saftes einwirke. So wird von derselben auch Zucker absorbiert, und zwar um so mehr, je konzentrierter die Zuckerlösung ist und je mehr Kohle man anwendet. Doch wird

der Zucker nicht fest zurückgehalten und kann mit Wasser wieder ausgelaugt werden, während der aus dem Safte absorbierte Farbstoff sich nicht mehr auswaschen läßt.

Der im Safte gelöste Kalk — vermuthlich kohlensaurer Kalk — wird namentlich bei höherer Temperatur leicht aufgenommen und nicht mehr abgegeben. Er beeinträchtigt in dem Maße, als sich die Kohle damit anreichert, deren Wirksamkeit.

Die Salze werden je nach ihrer Natur und Beschaffenheit in sehr verschiedenem Grade absorbiert und festgehalten, die organischen reichlicher als die unorganischen und von letzteren die kohlensauren, schwefelsauren und phosphorsauren Salze in höherem, die salpetersauren und chlorwasserstoffsauren in geringerem Grade. Die Natriumsalze werden leichter absorbiert als die entsprechenden Kaliumverbindungen, die Calcium- und Magnesiasalze wieder leichter als diese.

Die organischen Nichtzuckerstoffe werden zum Teil absorbiert und teils fest, teils lose gebunden.

Ausführung der Filtration. Die Filter, deren man sich in den Zuckerfabriken bedient, sind geschlossene eiserne zylindrische Gefäße von 0,5—1 m Durchmesser und 4—7 m Höhe. Je höher die Filter sind, desto besser wird erfahrungsgemäß die Knochenkohle ausgenützt. Drei bis sechs Filter werden zu einer Batterie vereinigt.

Fig. 122 zeigt eine Batterie zu vier Filter, in Fig. 123 ist ein Längsschnitt durch einen Filter abgebildet.

Das Mannloch K dient zum Einbringen, ein zweites unteres L zum Entleeren der Kohle. Dicht über dem Boden befindet sich eine Siebplatte, welche mit einem Leinentuch überzogen wird, so daß von der auf der Platte ruhenden Kohle nichts durch den Saft mit fortgerissen werden kann. Die über der Batterie befindlichen Rohrleitungen verbinden die Filter mit den höher stehenden Dünnsaft-, Dicksaft- und Wasserbehältern und mit der Dampfleitung. Alle diese Leitungen, A für Dicksaft, B für Dünnsaft, C für Wasser und D für Dampf münden, durch Ventile abstellbar, in den Rohrstutzen X. In diesen tritt auch bei dem Ventil 5 das Uebersteigrohr F ein, welches von G ausgehend, zwei Filter mit einander verbindet. Die Verbindung zwischen dem Uebersteiger vom letzten Filter mit dem Rohre H des ersten Filters wird durch E hergestellt. Unter der Einmündung von X ist ein schalenartiges Eisenstück a angebracht, so daß die einströmende Flüssigkeit die Kohle nicht aufwühlen kann, sondern sich ruhig auf dieselbe ergießt.

Die Rohrleitung H am Fuße der Batterie ist zur Entfernung des Wassers aus den Filtern nach beendigtem Absüßen bestimmt.

Die filtrierten Säfte laufen bei J an dem Uebersteigrohre F ab. Der hängende Wagen M und der auf Schienen stehende N dienen der eine zur Herbeischaffung, der andere zur Beseitigung der Knochenkohle.

Vor der Beschickung mit Kohle werden die Filter zweckmäßig zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Dadurch lagert sich die Kohle beim Einbringen viel gleichmäßiger als ohne Wasser. Letzteres läßt man ab, sobald der Zylinder gefüllt ist, und läßt darauf durch Ventil 4 Dampf einströmen, während Hahn 6 geöffnet ist zur Entfernung des Kondenswassers. Man dämpft, bis aus dem Hahn 7 am Uebersteiger ein kräftiger Dampfstrom hervorbringt. Durch das Dämpfen wird die Kohle vorgewärmt, absorbierte Gase werden ausgetrieben und die Poren der Kohle mit Dampf erfüllt.

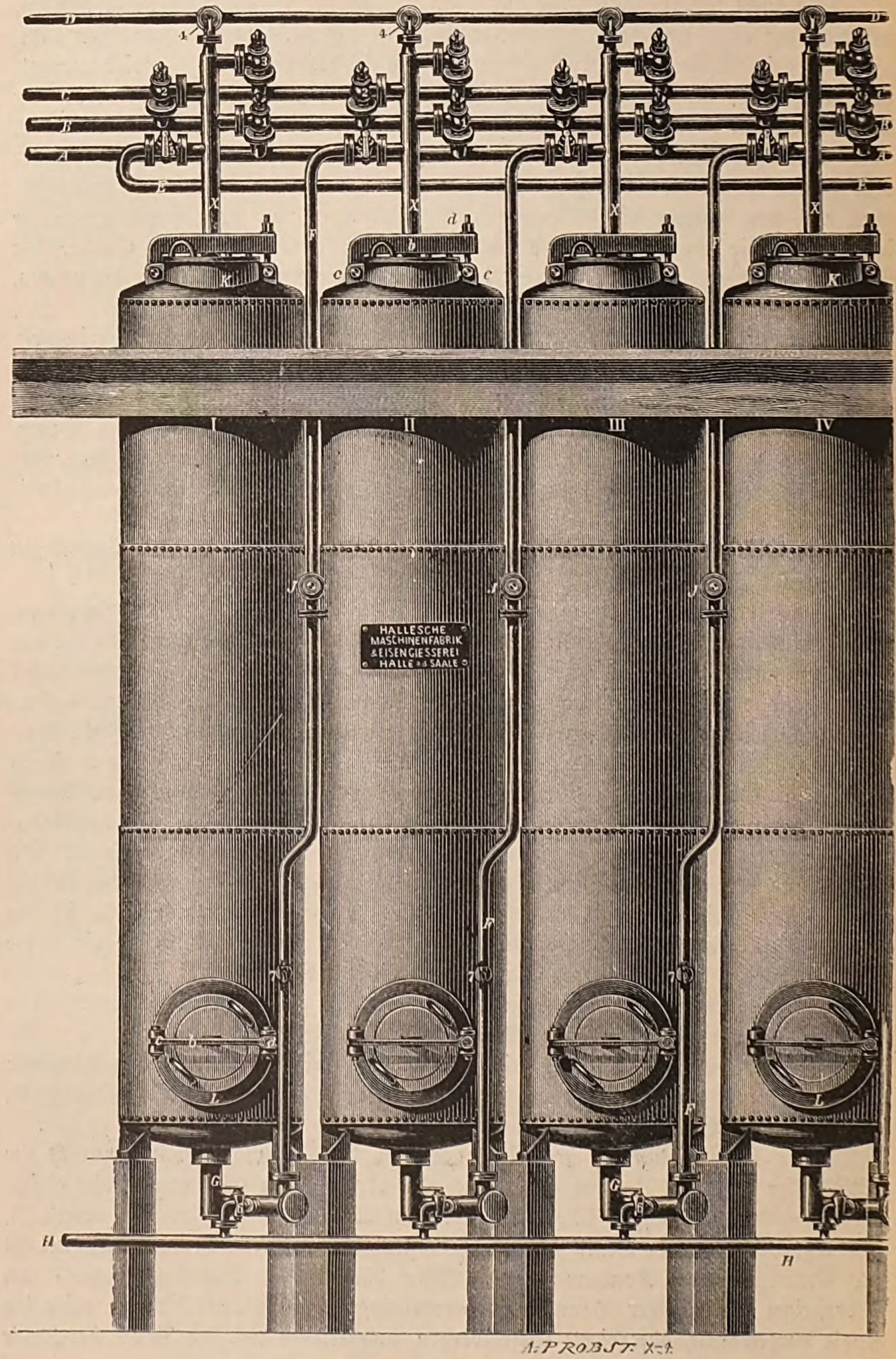


Fig. 122. Filterbatterie.

Man beginnt nun mit der Filtration, indem man den heißen Saft von oben nach unten durch die Kohle laufen läßt. Bei Beginn des Betriebes verfügt man natürlich nur über Dünnsaft. Sobald man durch Verdampfung Dicksaft erhalten, verfährt man meist so, daß man den Dicksaft nacheinander durch zwei bis drei Filter schickt, wobei er aus dem zuletzt mit frischer Kohle beschickten austritt. Sobald ein neues Filter angestellt wird, was in bestimmten Zeitabschnitten erfolgt, wird in dem ältesten Filter der Dicksaft durch Dünnsaft verdrängt, worauf dieses Filter noch längere Zeit zur Dünnsaftfiltration dient. Ist die Wirkung der Knochenkohle erschöpft, so wird der Dünnsaft durch heißes Wasser verdrängt und das Filter abgesüßt, bis der Zuckergehalt der ablaufenden Flüssigkeit auf etwa 0,1 pCt. gesunken ist. Da durch das Absüßen nicht nur der Zucker, sondern auch die Nichtzuckerstoffe größtenteils wieder aus der Kohle ausgewaschen werden, so verwendet man die Absüßwässer von ungefähr 1 pCt. an abwärts, statt sie zu verdampfen, zum Aussüßen des Saturationsschlammes oder zum Löschen des Kalkes.

Die Notwendigkeit eines starken Absüßens zur Vermeidung von großen Zuckerverlusten ist bei der Arbeit mit Knochenkohle unstreitig ein Uebelstand. Je mehr man das Absüßen beschränken kann, desto günstiger gestalten sich daher im allgemeinen die Verhältnisse. Aus diesem Grunde ist die kombinierte Dünn- und Dicksaftfiltration, wie sie oben skizziert wurde, der getrennten Filtration, bei welcher doppelt soviel Absüßwasser erhalten wird, vorzuziehen.

Auf den Saft von 100 kg Rüben wendet man durchschnittlich 12—15 kg frischer Knochenkohle an.

Auf 100 MC Rüben rechnet man durchschnittlich 20 Hektoliter Filterraum.

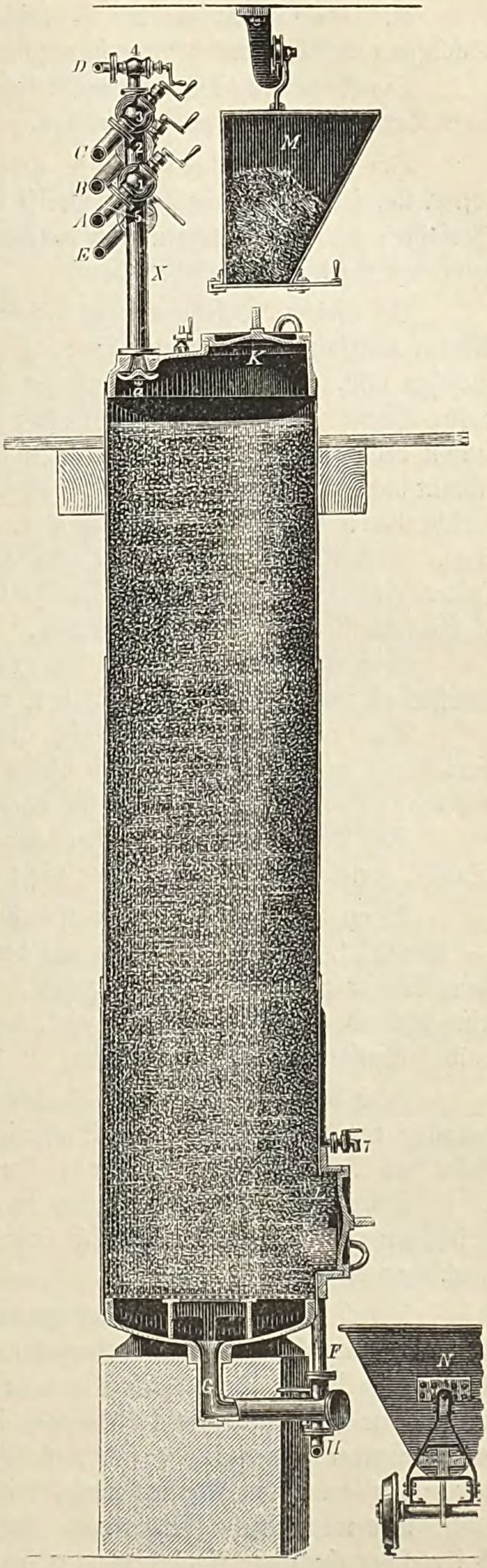


Fig. 123. Kohlenfilter.

Die Gebrauchsdauer des Spodiums vom Beginne des Anstellens bis zum Schlusse des Absüßens beträgt durchschnittlich 30 Stunden.

Die filtrierten Säfte sammeln sich in besonderen Kästen, von wo sie zu weiterer Verarbeitung fortgeleitet werden.

Die Wiederbelebung der gebrauchten Knochenkohle ist umständlich und kostspielig, jedoch bei dem hohen Preise der Kohle nicht zu umgehen. Verschiedene Verfahren sind vorgeschlagen und durchgeführt worden. Die weiteste Verbreitung fand das sogenannte Gärverfahren.

Bei diesem Verfahren werden zunächst durch verdünnte Salzsäure die absorbierten Kalksalze zersetzt unter Bildung von Chlorcalcium, welches sich leicht auswaschen läßt. Bei der Bemessung der zu verwendenden Salzsäuremenge hat man dafür Sorge zu tragen, daß nicht etwa durch überschüssige Säure der zur Konstitution der Knochenkohle gehörige kohlensaure Kalk angegriffen werde. Die Säuerung nimmt man in gemauerten, mit Abzapfvorrichtungen versehenen Cisternen vor, in welchen auch die Gärung vor sich geht. Letztere verläuft auf Kosten des vorhandenen Zuckers und der übrigen organischen Stoffe. Anfangs tritt eine alkoholische, später eine saure und zuletzt faulige Gärung ein, bei welcher Kohlenwasserstoffe, Schwefelwasserstoff u. dgl. entweichen.

Nach etwa 6—8 Tagen ist die Gärung vollendet. Man läßt nun das faulige Wasser ab und ersetzt es durch reines, warmes.

Das übelriechende, schmutzig grauweiße Abgangwasser muß zur Wiesenberieselung verwendet, oder wenn dieses unthunlich, durch chemische Mittel gereinigt werden. Dann erst darf es in die nächstliegenden Gerinne abgelassen werden.

Die Kohle wird nun weiter mit Wasser ausgekocht zur Entfernung jener Stoffe, welche mit kaltem Wasser nicht auszuwaschen sind.

Wenn der Gypsgehalt der Knochenkohle ein gewisses Maß — etwa 1,5 pCt. — übersteigt, so verbindet man mit dem Auskochen das Entgypsen, indem man dem Wasser partienweise Soda zusetzt, bis die Flüssigkeit nach längerem Kochen eine schwach alkalische Reaktion zeigt, dann ist aller Gyps in schwefelsaures Natron und kohlensauren Kalk übergeführt.

Nach dem Auskochen mit Wasser bezw. Sodalösung wird die Kohle zur Entfernung der löslich gewordenen Stoffe in Waschapparate gebracht. Auf das Waschen folgt das Dämpfen und zuletzt das Trocknen und Glühen der Kohle.

Durch das Dämpfen, welches in zylindrischen, eisernen Gefäßen vorgenommen wird, entfernt man das mechanisch anhaftende Wasser und erleichtert dadurch das nachfolgende Trocknen wesentlich.

Durch das Glühen endlich werden gewisse organische Stoffe, insbesondere Farbstoffe, welche durch die vorhergehenden Operationen nicht völlig beseitigt werden konnten, zerstört. Das Glühen erfolgt bei Luftabschluß in gußeisernen Röhren, deren eine größere Anzahl (30—60) in einen Ofen eingesetzt sind. Als zweckentsprechender Apparat hat sich der Glühofen von Schatten eingeführt, dessen Prinzip alle neueren Konstruktionen beibehalten haben.

Die mechanische Filtration. Im Gegensatz zur Filtration über Knochenkohle, bei welcher chemische Veränderungen in der Zusammensetzung des Saftes vor sich gehen, bezeichnet man die Arbeit ohne Knochenkohle als mechanische Filtration.

Bei der mechanischen Filtration handelt es sich lediglich darum, die feinen suspendierten Schlammteilchen, welche sich in dem von den Filterpressen der zweiten und dritten Saturation kommenden Safte stets vorfinden, zu entfernen.

Man bedient sich zu dem Zwecke der Filterpressen oder anderer Filtrierapparate oder auch der Filtration über Kies.

Die Filterpressen sind wohl am meisten verbreitet. Zur Erzielung eines vollkommen klaren Saftes wendet man Tücher von sehr gutem, dichtem und gleichmäßigem Gewebe an und steigert den Druck der Saftsäule wenigstens für Dünnsaft nicht über 1—2 m. Nichtsdestoweniger ist der zuerst ablaufende Saft etwas trübe. Man bringt daher an der Ablaufrinne der Presse zweckmäßig einen drehbaren Ausflußschnabel an, durch welchen man den Saft entweder einer Rohrleitung für trüben, oder einer solchen für klaren Saft zuführen kann. Den trüben Saft leitet man wieder der zweiten oder dritten Saturation zu.

Ehe die Säfte — der Dünnsaft sowohl wie der Dicksaft — in die Filterpressen gelangen, werden sie in besonderen, mit einer kupfernen Heizschlange versehenen Kochpfannen bis nahe zum Sieden erhitzt. Statt in Kochpfannen wird das Anwärmen häufig auch in besonderen Röhrenkalorisatoren vorgenommen, welche mit Brüdenbampf aus dem ersten Körper des Verdampfapparates gespeist werden. Zur Filtration des Dicksaftes erhöht man wegen der dickflüssigeren und meist etwas schleimigen Beschaffenheit desselben den Saftdruck auf 4 m. Während man aus diesem Grunde für die Dicksaftfiltration nur Filterpressen anwendet, haben für die mechanische Nachfiltration des Dünnsaftes auch sogenannte Rinnenfilter Verwendung gefunden. Dieselben bestehen aus einem Kasten von 2 m Länge und 0,4 m Höhe, welcher der Länge nach durch Scheidewände in mehrere Kammern geteilt ist. In jeder dieser Kammer wird ein aus Filtertuch gefertigter Schlauch (Filtrierbeutel) in der Weise untergebracht, daß das eine Ende um ein mit Ventil versehenes Mundstück gebunden, das andere durch Umbinden um einen Holzpflock fest verschlossen wird. Jede Kammer hat an ihrem Ende einen Ablaufstutzen mit verstellbarem Schnabel zur Trennung des trüben und klaren Saftes wie bei der Filterpresse. Soll ein Filterbeutel in Gebrauch genommen werden, so ist er zuvor in warmem Wasser einzuweichen, darauf läßt man durch das Eingangsventil den Saft langsam eintreten, welcher den Schlauch erfüllt und auf dessen ganzer Oberfläche hindurch filtriert. Alle drei bis vier Stunden müssen die Filtrierbeutel durch gereinigte ersetzt werden.

Zur Filtration über Kies werden die Filter verwendet, welche früher zur Kohlenfiltration dienten. Das Material ist gesiebter Flußkies von Linsen- bis Erbsengröße. Derselbe wird wie die Knochenkohle in die Filter eingefüllt und ausgedämpft. Die Filter läßt man ohne Uebersteiger laufen. Die Dick- und Dünnsaftfiltration nimmt man getrennt vor; es erfolgt also kein Verdrängen des Dicksaftes durch Dünnsaft, wie bei der Kohlenfiltration. Man vermeidet dieses, damit nicht durch den Dünnsaft schleimige Stoffe, welche sich aus dem Dicksaft auf dem Kiese abgelagert, wieder gelöst werden. Die Dünnsaftfilter bleiben in Thätigkeit, so lange sie überhaupt noch laufen, die Dicksaftfilter werden alle 2—3 Tage erneuert.

Um ein Filter abzusüßen, wird der Saft durch eine Pumpe abgezogen. Es genügt dann ein ein- bis zweimaliges Nachwaschen mit warmem Wasser, um die am Kiese hängen bleibende kleine Saftmenge zu gewinnen.

Der gebrauchte Kies wird durch Waschen mit vielem Wasser gereinigt, um von neuem verwendet zu werden. Hat sich viel Kalk auf demselben abgelagert, so wird er zur Entfernung desselben noch mit Salzsäure behandelt,

Wenn man die Arbeit mit und ohne Knochenkohle vergleicht, so kann man sich nicht wundern, daß die Mehrzahl der Fabriken sich für die letztere entschied, sobald der Nachweis geliefert war, daß es ohne Knochenkohle geht; denn abgesehen von den großen Kosten, welche die Beschaffung einer ausreichenden Menge von Kohle verursacht, ist die Arbeit mit derselben hauptsächlich durch die nicht zu umgehende Wiederbelebung eine umständliche und zeitraubende. Man darf nun freilich nicht vergessen, daß in neuerer Zeit zwei wichtige Faktoren mitwirkten, die Knochenkohle entbehrlich zu machen: einmal die infolge günstiger Witterungsverhältnisse und der unablässigen Bemühungen der Züchter verbesserte Qualität der Rüben und die größere Sorgfalt, welche man auf die Scheidung verwendet. Während man früher mit $1^3/_4$ pCt. Kalk und oft nur einer Saturation arbeitete, wendet man jetzt 3—4 pCt. Kalk mit zwei Saturationen an; dazu kommt noch die der mechanischen Filtration eigentümliche Schwefligsäuresaturation und zuweilen noch eine vierte Dicksaftfiltration. Dadurch also ist die Knochenkohle entbehrlich geworden und nicht etwa, weil die reinigende Wirkung derselben zweifelhaft erscheint. Freilich wird dieselbe stark beeinträchtigt, wenn man nicht sachgemäß verfährt und statt 12 bis 15 pCt. Spodium nur 4—5 pCt. verwendet, ja in diesem Falle können schlechtere Säfte als ohne Knochenkohle erhalten werden. Für das Wesen der Knochenkohlenfiltration ist eine Beobachtung Herbergers*) von Interesse, nach welcher sowohl bei Rohfabriks- als auch bei Raffinerieprodukten der Reinheitsquotient durch die Filtration zwar nicht wesentlich erhöht wird (vielfach nur um 1—2 pCt.), daß jedoch das spätere Verhalten der filtrierten und nicht filtrierten Produkte in Bezug auf Ausbringung und Qualität ein sehr verschiedenes und zwar für die ersteren günstigeres ist. Zur Erklärung dieser Verhältnisse muß man daher annehmen, daß durch die Knochenkohle zunächst die der Krystallisation besonders schädlichen Nichtzuckerstoffe, welche ja nur in geringer Menge vorhanden zu sein brauchen, entfernt werden, während der übrige größere Teil der weniger schädlichen Nichtzuckerstoffe im Safte verbleibt. Man kann deshalb die Qualität eines Saftes nicht ausschließlich nach seinem Quotienten beurteilen. Ebensowenig darf man die Wirkung der Knochenkohle, da sie meistens nur eine geringe Verbesserung des Quotienten hervorbringt, als eine unerhebliche bezeichnen, sondern man muß dieselbe, wenn man auch die Veränderungen in der Beschaffenheit der Nichtzuckerstoffe des Saftes nicht völlig kennt, auf Grund der praktischen Ergebnisse als eine günstige anerkennen.

Während nun bei gutem Rübenmaterial und sorgfältiger Scheidung die mechanische Filtration, wenn auch etwas dunklere, doch sich gut verkochende und eine gute Ausbeute an Zucker liefernde Säfte ergiebt, so ist andererseits bei schlechtem Rübenmaterial nach Herberger die Knochenkohlenarbeit vorzuziehen, denn sie allein vermag wieder gut zu machen, woran Boden und klimatische Verhältnisse bezw. eine schlechte Saftreinigung gefehlt haben.

---

*) Zeitschrift des Vereins für Rübenzucker-Industrie des deutschen Reiches. 1889, 279.

Die Konzentrierung des Saftes.

Nach vollendetem Reinigungsprozesse bezwecken die weiteren Operationen den Zucker in Krystallform aus dem Safte zu gewinnen. Zu dem Behufe muß der Saft stark konzentriert werden.

Man nimmt diese Konzentrierung in zwei getrennten Operationen vor, welche man technisch als Verdampfung und Verkochung bezeichnet.

Durch die Verdampfung erzielt man aus dem Dünnsaft den Dicksaft mit einem Trockensubstanzgehalt von etwa 50 Saccharometergraden.

Durch das Verkochen wird dann weiter der Dicksaft zu der sogenannten Füllmasse verarbeitet. Dieselbe stellt je nach der Arbeitsweise, nach welcher verfahren wurde, einen Krystallbrei oder eine übersättigte Zuckerlösung mit 90 bis 94 pCt. Trockensubstanzgehalt dar.

Bei einem durchschnittlichen Trockensubstanzgehalt des Dünnsaftes von 9 pCt. geben 100 Gewichtsteile derselben 9,6 Gewichtsteile Füllmasse von 94 pCt. Trockensubstanz, wobei 90,4 Gewichtsteile Wasser zu verdampfen sind.

Nimmt man nun pro 100 kg Rüben eine Saftmenge von 170 kg an, so ergiebt sich für eine tägliche Verarbeitung von 3000 MC Rüben eine in der gleichen Zeit zu verdampfende Wassermenge von rund 4600 MC.

Hieraus erhellt zur Genüge, welche große Bedeutung eine rationelle Verdampfung für den Betrieb einer Zuckerfabrik besitzt. Es konnte daher auch nicht ausbleiben, daß die der Konzentrierung des Saftes dienenden Apparate mannigfache Aenderungen und Verbesserungen erfuhren, wie ja auch gegenwärtig die Technik unablässig bestrebt ist, diesen hervorragenden Teil des Betriebes zu vervollkommnen.

Die Verdampfung. Ursprünglich hat man das Verdampfen und Verkochen des Saftes in offenen Pfannen und über freiem Feuer vorgenommen. Die Uebelstände dieses Verfahrens, welche, abgesehen von der unvorteilhaften Ausnützung des Brennmaterials hauptsächlich in der leicht eintretenden Bräunung und Zersetzung der Säfte beruhten, führten zur Beseitigung desselben und zur Einführung der Dampfheizung. Damit war in Bezug auf Brennmaterialersparnis ein bedeutender Schritt vorwärtsgethan, da ja unter dem Dampfkessel das Brennmaterial viel besser ausgenützt werden kann, als bei direkter Feuerung.

Die offenen Pfannen hat man anfangs noch beibehalten. Zur Heizung brachte man in denselben Schlangenröhren an, in welche man die gespannten Dämpfe leitete.

Einen weiteren wesentlichen Fortschritt brachte dann die Einführung geschlossener Verdampfapparate unter Anwendung verminderten Luftdruckes mit sich, wie sie gegenwärtig allein noch in den Zuckerfabriken üblich sind.

Da die Siedetemperatur der Flüssigkeiten bekanntlich abhängig ist vom Luftdrucke, mit welchem sie steigt und fällt, so gelingt es konzentrierte Säfte, welche bei gewöhnlichem Drucke über 100° sieden würden, durch Verminderung des Luftdruckes bei 60—70° zu lebhaftem Verdampfen zu bringen. Bei dieser niedrigeren Siedetemperatur ist eine Bräunung der Säfte völlig ausgeschlossen. Ferner hat man den Vorteil, weniger heiße Dämpfe zum Heizen zu benötigen, so daß man statt des Kesseldampfes den Retourdampf oder denjenigen, welcher sich aus den verdampfenden Säften entwickelt — den Saftdampf — verwenden kann.

Bei den neueren Verdampfapparaten kommen daher als wesentliche Momente in Betracht: ein möglichst niedriger Luftdruck und eine möglichst vielfache Ausnutzung der aus den Säften entwickelten Dämpfe.

Form und Einrichtung der Verdampfapparate. Die Verdampfung der Säfte unter Druckverminderung wurde bereits von dem englischen Ingenieur E. C. Howard im Jahre 1813 in London in der Zuckerraffinerie angewendet. Den Gedanken, den Saftdampf als Heizdampf zu verwenden, brachte zuerst Rillieux in den Zuckerfabriken Amerikas zur praktischen Durchführung. Nach Europa kam das Rillieuxsche System 1850 durch Tischbein. Dasselbe erfuhr allmählich vielfache Verbesserungen. Insbesondere war es der um die Zuckerfabrikation hochverdiente F. Robert in Seelowitz, welcher den Rillieuxschen Apparat vervollkommnete. Letzterer hatte die Gestalt eines liegenden Kessels mit horizontalen Heizröhren. Robert stellte den liegenden Kessel aufrecht und änderte die Heizung derart ab, daß er den Dampf nicht mehr durch Heizröhren strömen ließ, sondern ihn in einen besonderen abgeschlossenen Heizraum im unteren Teile des Apparates leitete. Dieser Heizraum ist von zahlreichen, an beiden Enden offenen Röhren durchzogen, in welchen der auf- und absteigende Saft erhitzt wird.

Auch die liegenden Apparate hat man in vieler Beziehung verbessert, so daß man der Form nach gegenwärtig zweierlei Verdampfapparate unterscheiden kann, liegende und stehende. Den einzelnen Apparat bezeichnet man in der Technik als Verdampfkörper oder einfach Körper. Wird der in einem Körper entwickelte Saftdampf zur Verdampfung in einen zweiten, der Saftdampf aus diesem in einen dritten Körper u. s. f. geleitet, so heißt das System Zweikörper-, Dreikörper- oder Mehrkörper-Verdampfapparat. Diese Apparate arbeiten mit zweifacher, dreifacher oder mehrfacher Wirkung (à double, triple oder multiple effet).

In der Konstruktion der Apparate kommen zahlreiche Verschiedenheiten fast in allen Einzelheiten vor.

Wir wenden uns zunächst zur Betrachtung eines stehenden Zweikörperapparates (System Robert) mit einmaliger Benutzung des Saftdampfes, wie er in Fig. 124 zur Hälfte im Durchschnitt, zur Hälfte in äußerer Ansicht und in Fig. 125 in oberer Ansicht dargestellt ist.

Der Apparat besteht aus einem Dünnsaftkörper A und einem Dicksaftkörper B von gleicher Konstruktion. An dem einzelnen Körper sind zwei Hauptteile zu unterscheiden. Der untere Rohrsystemteil, welcher durch den Boden abgeschlossen wird, und darauf stehend die oben abgeschlossene Zarge mit dem Dom. In dem Rohrsystemteil befindet sich der Heizraum. Dieser wird gebildet durch zwei Rohrplatten a und b, in welche die oben und unten offenen messingenen Röhren dicht eingewalzt sind. Der zu verdampfende Saft erfüllt den Raum über und unter den Rohrböden und die Röhren, welche diese Räume miteinander verbinden, während der Dampf durch die Ventile 1 und 2 (Fig. 125) durch 1 Retourdampf, durch 2, falls dieser nicht ausreicht, direkter Dampf in den Heizraum eintritt und die äußere Wandung der Rohre umspült. Um die Bewegung des Saftes während des Kochens zu erleichtern, befindet sich in der Mitte eines jeden Rohrsystems ein durchgehendes Zirkulationsrohr c von größerem Durchmesser.

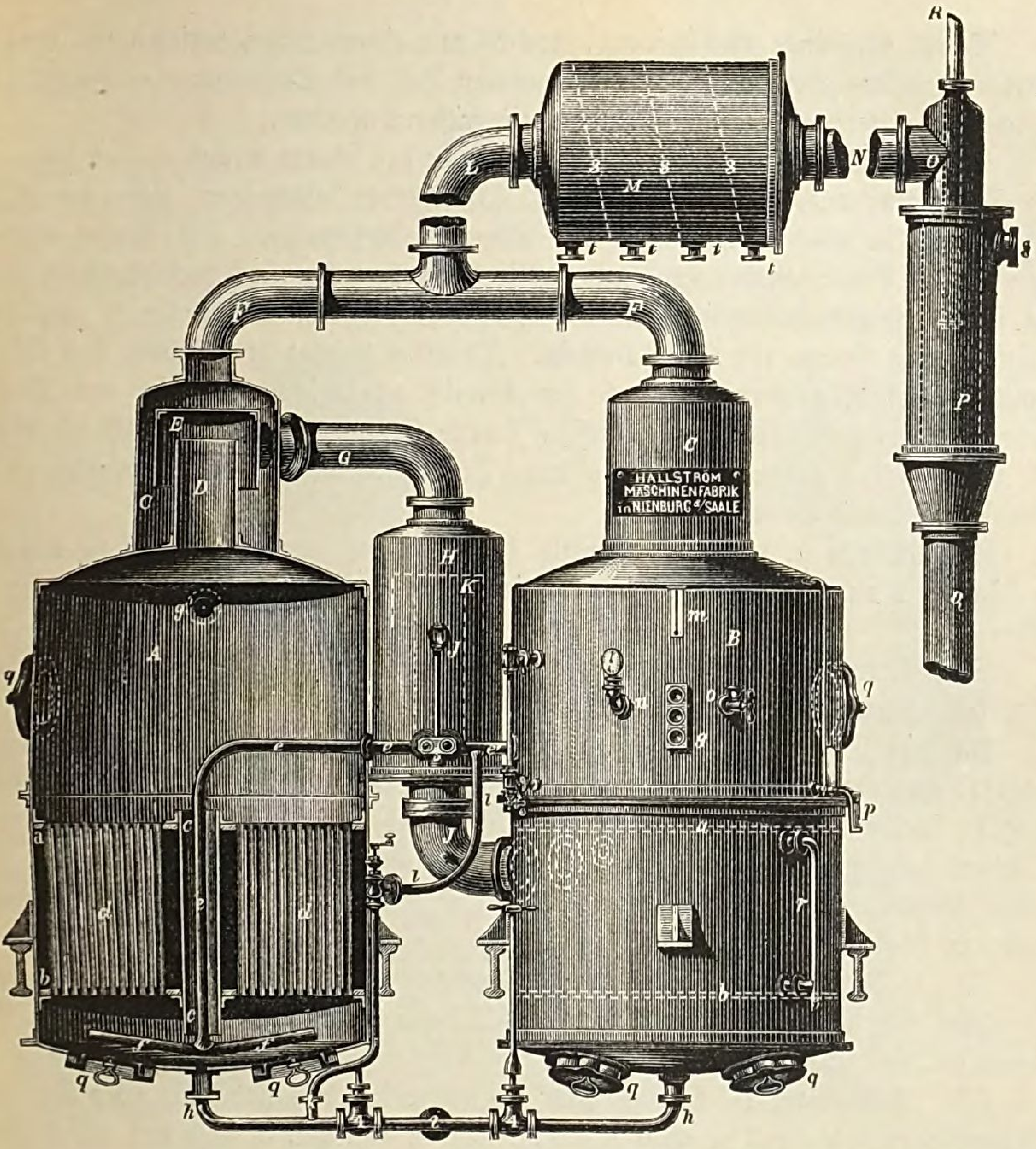


Fig. 124. Zweikörper-Apparat. Seitenansicht.

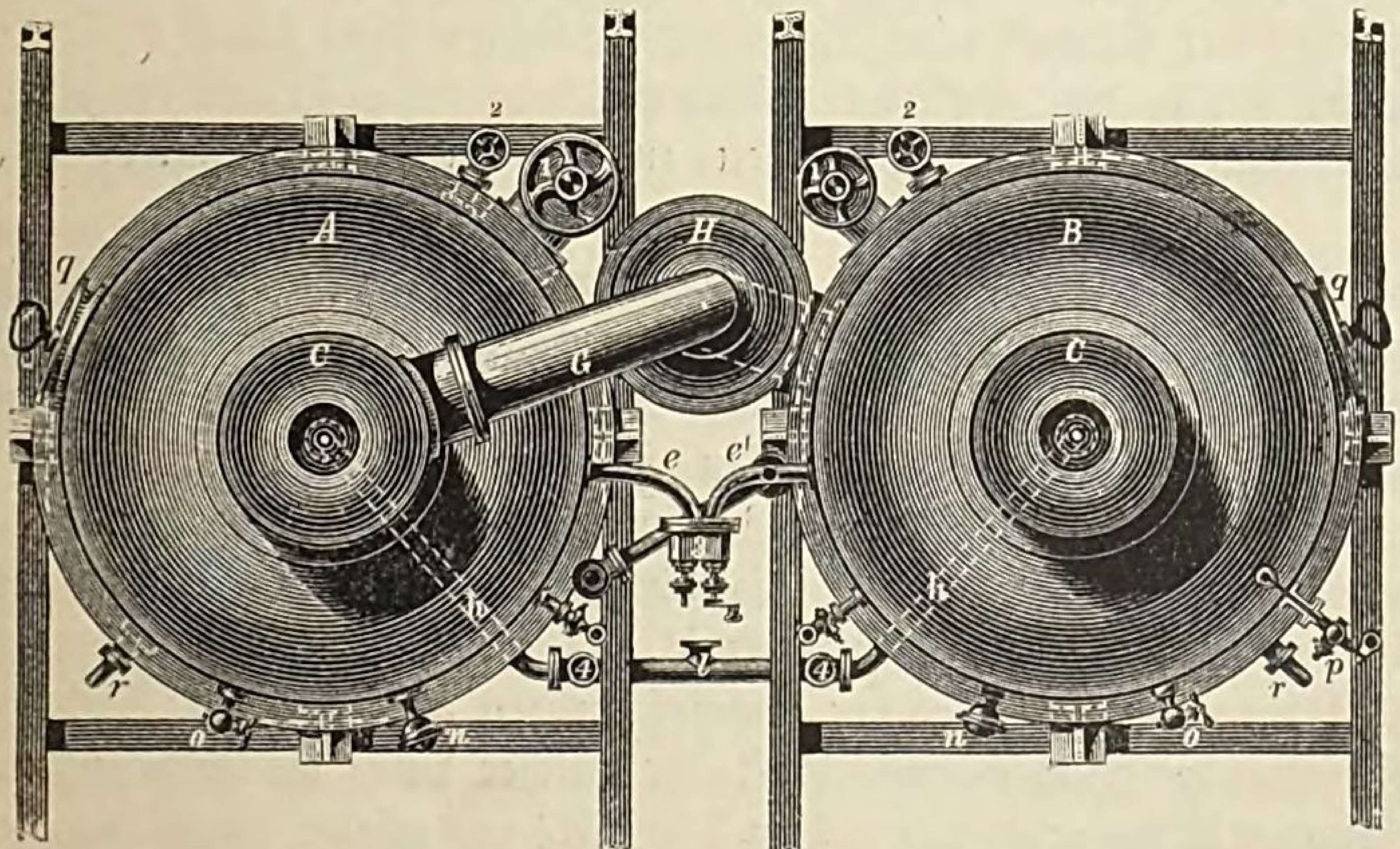


Fig. 125. Zweikörper-Apparat. Ansicht von oben.

Durch eine enge Rohrleitung, welche mit einem Hahn versehen ist, und den höchsten Teil des Heizraumes mit dem oberen Teil des Saftraumes verbindet, kann die in dem ersteren sich ansammelnde Luft entfernt werden.

Das Doppelventil 3, von welchem die beiden Rohre e und é, das eine nach dem Dünnsaft-, das andere nach dem Dicksaftkörper abzweigen, steht durch eine Rohrleitung in Verbindung mit dem Dünnsaft-Reservoire. Die Rohre e und é gehen in den Verdampfkörpern durch das weite Rohr c hindurch nach abwärts zu dem dicht über dem Boden liegenden und etwas aufwärts gekrümmten Rohre f, aus dessen beiden offenen Enden der Saft austritt. Durch e erfolgt die Füllung des Körpers A mit Dünnsaft, während durch é der bereits vorgedickte Saft in den Dicksaftkörper B übergeführt wird. Zu diesem Zwecke steht das Rohr é durch die Röhren e, k und h mit der tiefsten Stelle des Dünnsaftkörpers in Verbindung. Das Rohr k trägt das Ventil 5.

Die Röhren h, durch die Ventile 4 absperrbar, vereinigen sich an einem an den Flansch i angeschraubten Rohre. Sie dienen zum Ablassen und Entleeren des Saftes.

Den Stand des Saftes, welcher in der Ruhe eben noch die Rohrplatte a bedecken soll, erkennt man mittels der Schaugläser g.

In dem Dome C befindet sich der weite Rohrstutzen D, über welchem die Kappe E angebracht ist. Diese Vorrichtung hat den Zweck, den beim Kochen in die Höhe spritzenden und mit den Dämpfen fortgerissenen Saft größtenteils zurück zu halten. Letzterer wird an der Decke von E anprallend, niedergeschlagen, läuft an den Wandungen von E herab und durch Oeffnungen in der Wölbung, auf welcher D sitzt, in den Apparat zurück.

Der in A entwickelte Saftdampf (Brüden) wird durch das weite Rohr G, an welches sich der Saftfänger H anschließt, dann durch das Rohr J in den Heizraum des Dicksaftkörpers geleitet.

Der Saftfänger H besteht aus einem weiten zylindrischen Gefäße, dessen Durchmesser etwa dreimal so groß ist als der von G und dem in Fig. 124 durch Punkte angedeuteten Rohre J mit der Kappe K. Die von dem Dampfe mit fortgeführten Safttröpfchen stoßen gegen die Kappe, laufen an derselben herunter und sammeln sich in H, während der Dampf vom Safte befreit, seinen Weg durch J fortsetzt. Der Saft, welcher sich in dem Zylinder ansammelt, und dessen Stand an einem Flüssigkeitszeiger erkannt wird, kann von Zeit zu Zeit in den Dicksaftkörper abgelassen werden.

Das durch Kondensation der Dämpfe an den Heizröhren entstehende Wasser fließt an der tiefsten Stelle des Heizraumes in Schwimmertöpfe. Aus dem Schwimmertopf des Dünnsaftkörpers läuft es von selbst nach dem Heißwasserkasten; aus dem des Dicksaftkörpers, in dessen Heizkammer ein verminderter Luftdruck herrscht, wird es durch eine Pumpe (Brüdenwasserpumpe) abgezogen.

Der Saftdampf aus dem Dicksaftkörper gelangt durch das weite Rohr F und L in den Hodek'schen Saftfänger M. In dem weiten Zylinder, seine Geschwindigkeit vermindernd, giebt der Dampf an den quergestellten Siebplatten s s s des Saftfängers den mitgerissenen Saft ab, welcher durch die Rohrstutzen t t t t in ein gemeinsames Rohr geleitet und dem Dicksaftkörper wieder zugeführt wird. Statt liegend wird der Saftfänger auch aufrechtstehend angeordnet.

Der vom Saft befreite Dampf wird zunächst in einen Vorwärmer für Diffusionssaft geführt und von diesem nach dem Kondensator P (Fig. 124). In diesem werden die Dämpfe durch kaltes Wasser, welches durch das Rohr R eingespritzt wird, kondensiert und damit der vom Dampf ausgeübte Druck beseitigt. Das dadurch erwärmte Kondensatorwasser fließt durch die 10 m lange Fallröhre Q ab.

Die durch den Kondensator bewirkte Verdichtung des Dampfes genügt nicht, um im Innern des Verdampfapparates den konstanten verminderten Luftdruck zu erhalten; denn durch das Einspritzwasser wird fortwährend Luft zugeführt, so daß

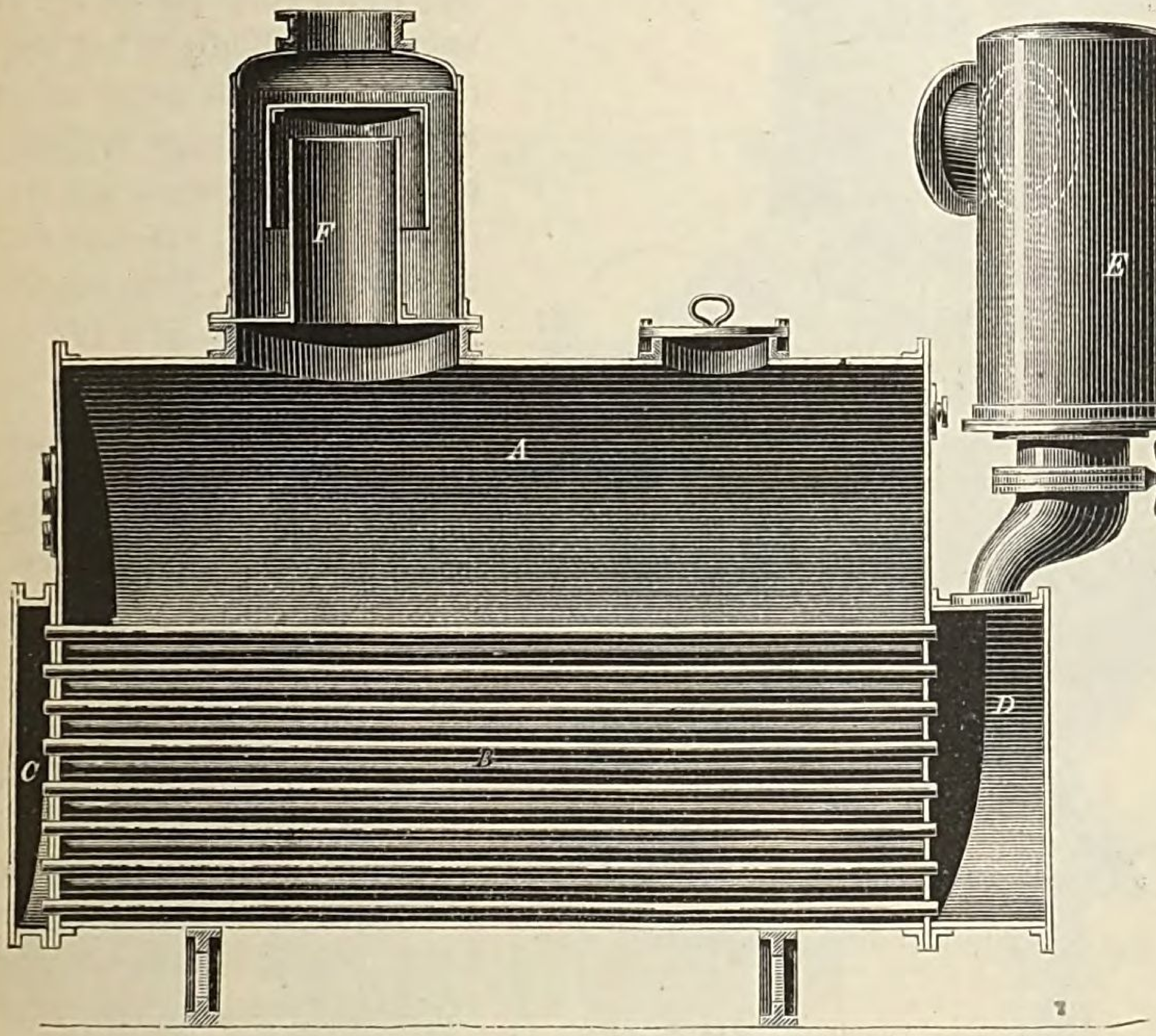


Fig. 126. Liegender Verdampfapparat.

trotz guter Verdichtung der Druck im Apparate bald steigen würde. Um dieses zu verhindern, steht der Kondensator durch den Rohrstutzen S mit einer Luftpumpe in Verbindung.

Bei der Anwendung eines Fallrohres hat die Luftpumpe nur die Luft abzusaugen. Bei reinem Wasser kann das Fallrohr auch wegbleiben und die Luftpumpe zum Abziehen des Kondensatorwassers mitsamt der beigemengten Luft gebraucht werden. Im ersten Falle wird die Pumpe als trockene, im letzteren als nasse Luftpumpe bezeichnet. Der fertig eingedickte Saft wird durch einen Saftheber oder eine Pumpe aus dem Dicksaftkörper abgezogen.

Die Apparate selbst sind weiterhin noch ausgerüstet mit einem Thermometer m, einem Vakuummeter n zur Beurteilung des im Innern herrschenden Druckes, einem sogenannten Butterhahn o, durch welchen bei zu starkem Schäumen etwas Oel oder Fett eingelassen wird und einem Probenehmer p, welcher gestattet, Saftproben zur Ermittlung der Konzentration zu entnehmen.

Die Mannlöcher q, deren sich je drei im Boden und je eines oben an jedem Körper befinden, dienen zum Einsteigen bei der Reinigung und bei vorzunehmenden Reparaturen.

Die liegenden Verdampfapparate unterscheiden sich von den stehenden hauptsächlich durch die Anordnung der Heizvorrichtung. Während bei den stehenden Apparaten der Dampf im Heizraum die Außenwandungen der Heizröhren umspült, wird er bei den liegenden Apparaten durch die an der Vorder- und an der Rückseite des Apparates in eine Dampfkammer mündenden horizontalen Röhren geführt, wobei die Außenwandungen als Heizfläche dienen. In Fig. 126 und 127 ist A der Dampfraum, B das Heizröhrensystem, C die in Fig. 127 geöffnete vordere, D die hintere Dampfkammer, in welche beim Dicksaftkörper der vom Uebersteiger E kommende Dampf eintritt. Aus der vorderen Kammer fließt das Brüdenwasser in einen Schwimmertopf. Der Saftdampf entweicht durch den Dom F.

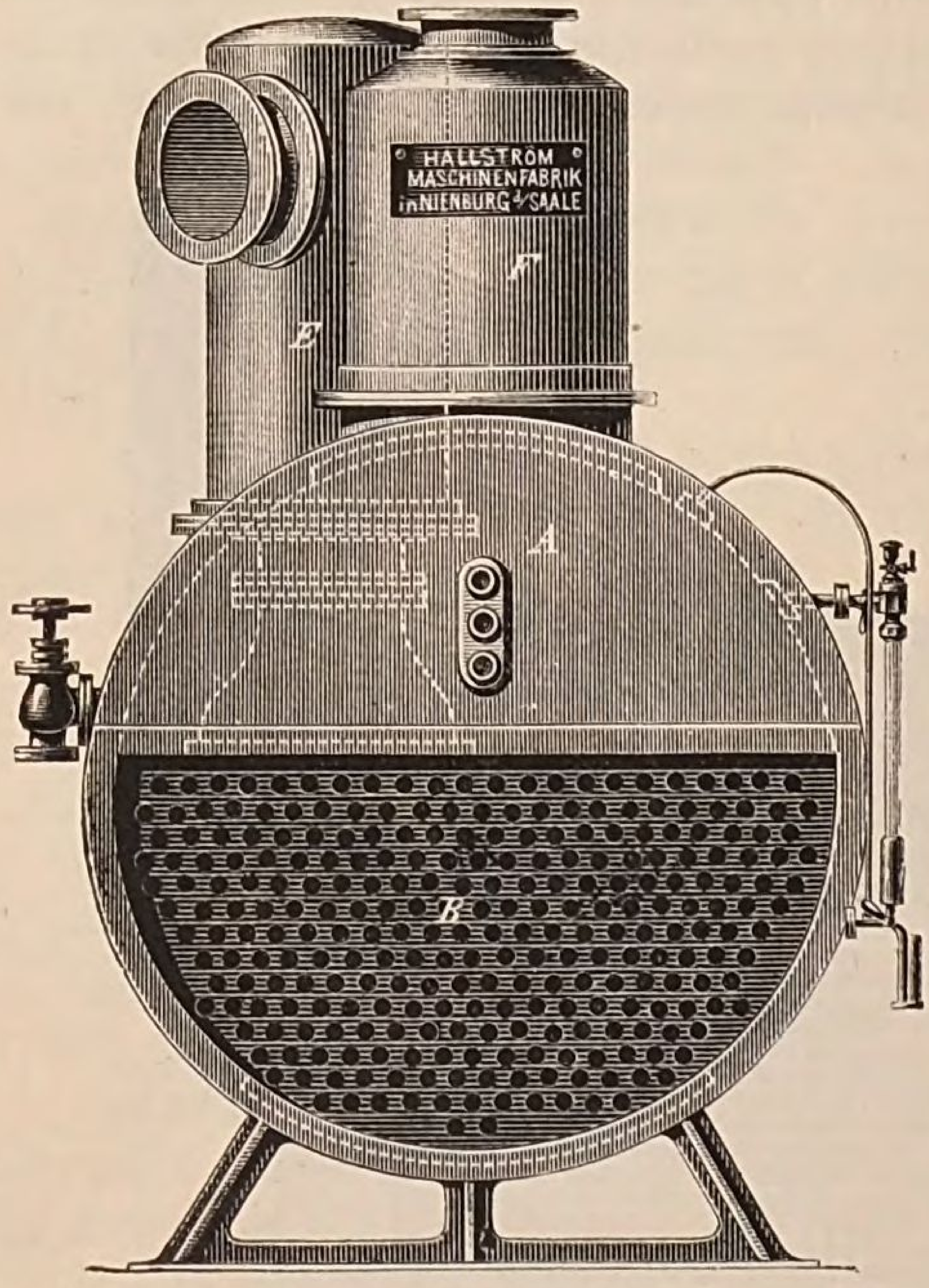


Fig. 127. Liegender Verdampfapparat.

Der liegende Verdampfapparat erfuhr durch die Konstruktion von Wellner-Jelinek wesentliche Verbesserungen. Durch die Vergrößerung des Saftraumes gegenüber dem Heizraum, welche durch einen stark ovalen, unten abgeplatteten Querschnitt, ferner durch sehr kleinen Durchmesser der Heizröhren ermöglicht wird, wurde die Gefahr des Uebersteigens des Saftes vermieden. Der Uebelstand, daß sich die Geschwindigkeit der Dämpfe bei gleichzeitigem Eintritt in sämtliche Heizröhren zu stark verminderte, wurde durch Abteilung der Heizröhren in mehrere Bündel, welche der Dampf nach einander durchströmt, gehoben.

In der Leistungsfähigkeit der liegenden und stehenden Apparate findet man unter gleichen Bedingungen bei gleich großen Heizflächen und gleichem Drucke keinen Unterschied.

Bei den stehenden Apparaten kann jedoch die Heizfläche leichter reingehalten werden, als bei den liegenden; denn bei den ersteren kann die im Innern der Heizröhren sich absetzende Kruste durch Bürsten leicht entfernt werden, während die Außenfläche der Röhren einer mechanischen Reinigung schwer zugänglich ist. Man ist daher in diesem Falle, wenn man die Röhren nicht aus dem Apparat herausziehen will oder kann, auf die weniger gründliche Säuberung durch Auskochen mit Soda und Salzsäure angewiesen.

Ein sehr verbreiteter Verdampfapparat, aus drei Körpern bestehend, jedoch mit nur einmaliger Benutzung des Saftdampfes ist in Fig. 128 und 129 dargestellt. In seiner Wirkung ist derselbe daher als Zweikörperapparat zu betrachten und zwar werden entweder zwei der Apparate als Dünnsaftkörper behandelt, welche den Dampf an den größeren Dicksaftkörper abgeben oder man verwendet letzteren als Dünnsaft- und die beiden kleineren als Dicksaftkörper.

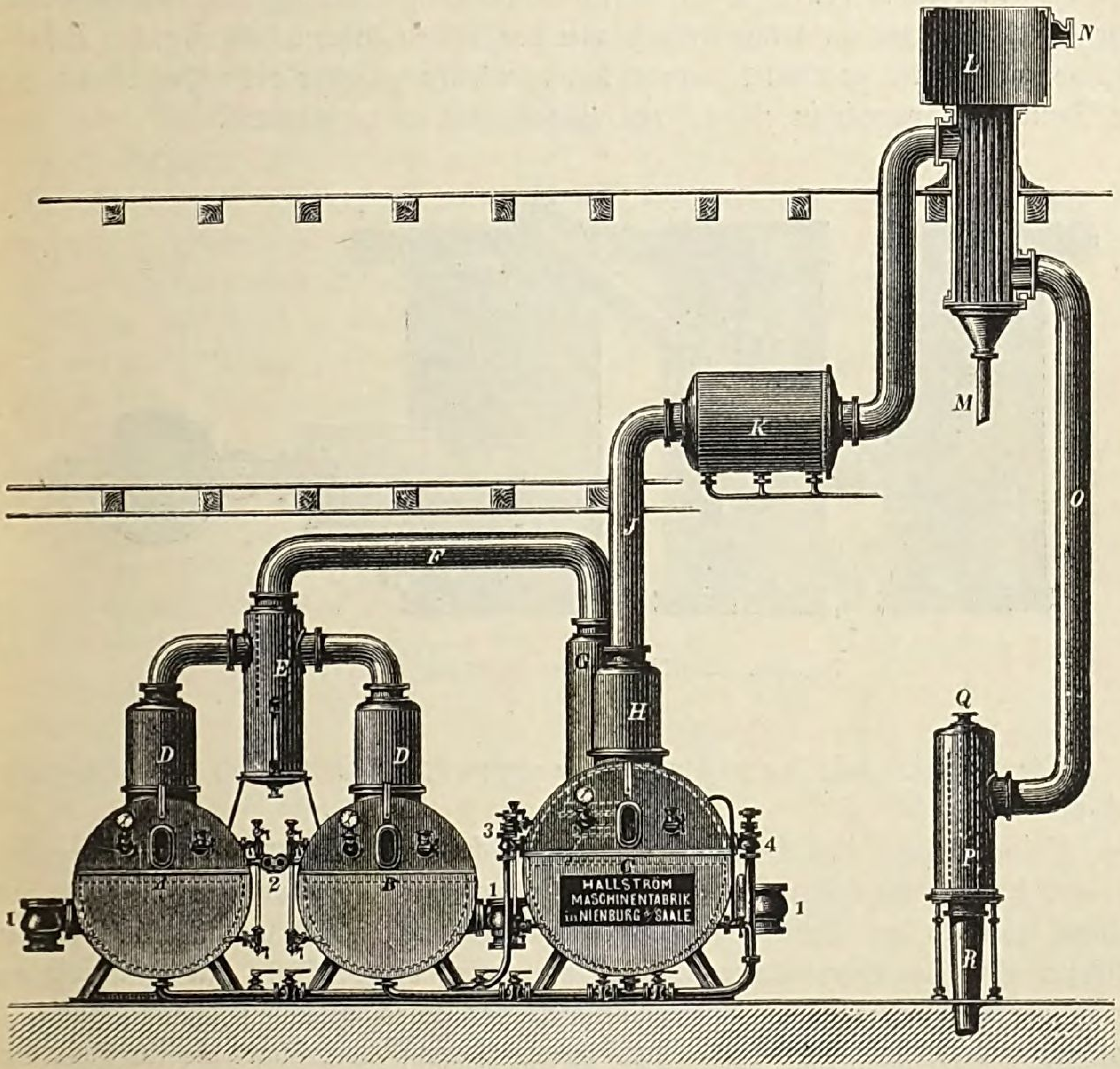


Fig. 128. Dreikörperapparat.

In Fig. 129 bezw. 128 sind A und B die Dünnsaftkörper, C der Dicksaftkörper,

1 die Dampfventile,

2 Doppelventil, zum Einziehen des Dünnsaftes in A und B,

3 und 4 Uebersteigventile am Dicksaftkörper für den in A und B vorgedickten Saft,

DD Dome der Dünnsaftkörper,

E beiden Körpern gemeinsamer Uebersteiger,

F Verbindung des Dampfraumes der beiden Dünnsaftkörper mit der hinteren Dampfkammer des Dicksaftkörpers,

G zweiter Uebersteiger,

H Dom des Dicksaftkörpers,
I Verbindung mit dem Hodek'schen Saftfänger K,
L Kalorisator mit dem Saftzufluß M und dem Abfluß N,
O Rohr zur Abführung des unverdichteten Dampfes zum Kondensator P mit dem Einspritzrohre Q und der Ableitung R zur nassen Luftpumpe.

Derartige Apparate werden in liegender und stehender Form konstruiert. Auch wird die Anordnung getroffen, daß durch in die Brüdenleitung eingeschaltete Ventile jeder einzelne Körper ausgeschaltet und mit den beiden andern (als einfacher Doubleeffetapparat) weiter gearbeitet werden kann. Weiter gestattet diese Anordnung auch den Doubleeffetapparat in einen Tripleeffetapparat zu verwandeln.

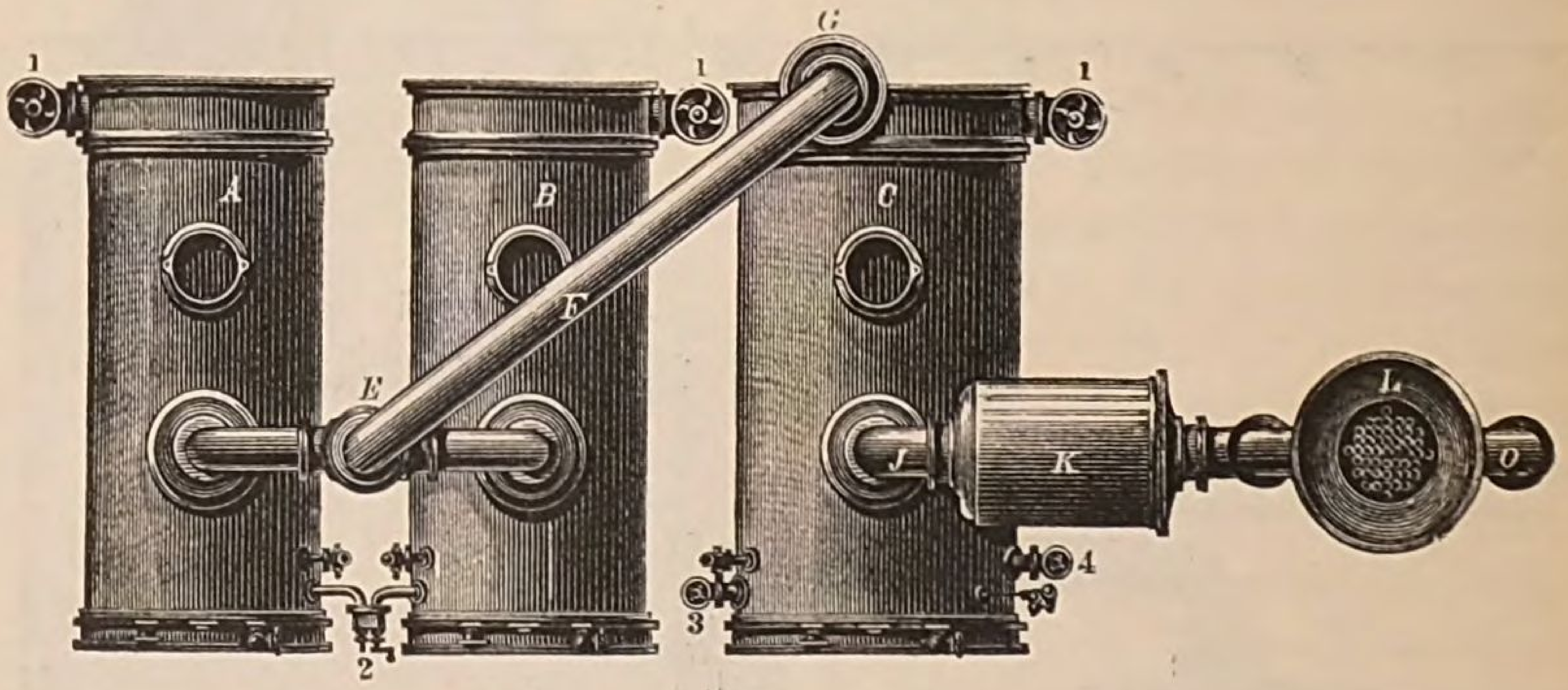


Fig. 129. Dreikörper-Apparat, Ansicht von oben.

Die Arbeit mit dem Zweikörperapparat gestaltet sich nun folgendermaßen:

Beim Beginn des Betriebes wird zunächst die Luftpumpe in Gang gesetzt. Dadurch bewirkt man sowohl im Dicksaftkörper als auch durch Vermittlung des Rohres, welches den Saftraum desselben mit dem Heizraum verbindet, im Dünnsaftkörper eine Druckverminderung. Darauf werden beide Körper mit Dünnsaft aus dem Dünnsaftkasten gefüllt. Am Dünnsaftkörper wird gleichzeitig das Ventil für Maschinendampf geöffnet. Der einströmende Dampf verdrängt die im Heizraum befindliche Luft durch das Verbindungsrohr in den Saftraum und aus diesem in den Heizraum und Saftraum des Dicksaftkörpers, aus welchem die Luft durch die Pumpe abgezogen wird. Nachdem die Heizkammer ganz mit Dampf gefüllt ist, wird die Verbindung zwischen Heiz- und Saftraum geschlossen bis auf eine kleine Oeffnung, durch welche die im oberen Teil des Heizraumes sich stets ansammelnden Luft- und Gasmengen abziehen können. Man muß diese Gase entweichen lassen, weil sonst durch dieselben die wirksame Heizfläche verringert, oder auch die Messingröhren schädlich beeinflußt werden könnten. Der Saft im ersten Körper gelangt allmählich zum Sieden, der entweichende Saftdampf erfüllt den Heizraum des Dicksaftkörpers, worauf auch hier die Verbindung mit dem Saftraum beschränkt wird. Nun wird das Wasserventil am Einspritzrohr des Kondensators geöffnet, um die aus dem Dicksaftkörper alsbald sich entwickelnden Dämpfe sofort kondensieren zu können. Sobald das Kochen begonnen hat, wird auch die Brüdenpumpe in Thätigkeit

gesetzt. Im Dünnsaftkörper erhält man nur eine ganz geringe Druckverminderung, so daß die Temperatur des Saftdampfes etwa 93° C beträgt, während man im Dicksaftkörper bei ungefähr 63° C verdampft. Der Druck im Dicksaftkörper wird durch die Menge des Einspritzwassers in den Kondensator und durch den Gang der Luftpumpe reguliert, jener im Dünnsaftkörper durch mehr oder weniger raschen Abzug der Dämpfe aus dem Heizraum des Dicksaftkörpers oder durch die Zuführung von direktem Dampf.

Ist die Verdampfung im Dicksaftkörper soweit fortgeschritten, daß der Saft nur mehr wenig über dem Heizröhrensystem steht, so wird aus dem Dünnsaftkörper vorgedickter Saft nachgezogen. In gleichem Maße läßt man in letzteren frischen Dünnsaft eintreten. Hat darauf der Saft im Dicksaftkörper die gewünschte Konzentration erreicht (45° Brix heiß gewogen, kalt 50° Br.), so wird er langsam nach dem vorher luftleer gemachten Saftheber oder durch eine Pumpe abgezogen. Gleichzeitig läßt man vorgedickten Dünnsaft bezw. frischen Dünnsaft nachfließen, so daß von nun an der Saft in ununterbrochener Zirkulation bleibt. Zu dem Behufe muß der Zufluß so reguliert werden, daß er mit der Verdampfung gleichen Schritt hält. In den ersten Körper fließt ohne Unterbrechung Dünnsaft zu, derselbe gelangt vorgedickt in den zweiten Körper, aus welchem ununterbrochen Dicksaft abfließt.

Die Leistungsfähigkeit eines Verdampfapparates hängt, abgesehen von der Größe der Heizflächen, wesentlich von der Differenz zwischen den Temperaturen des Heizdampfes im ersten Körper, und des Saftdampfes im letzten Körper ab. Je größer dieselbe ist, desto mehr kann man mit derselben Heizfläche verdampfen. Die Temperatur des Heizdampfes ist bei Verwendung von Maschinendampf gegeben und beträgt etwa 112° C. Man geht über diese Temperatur, welche einer Spannung von ungefähr 1½ Atm. entspricht, nicht gerne hinaus, um die Maschinen durch den höheren Gegendruck nicht zu sehr zu belasten. Man sucht daher die Gesamttemperaturdifferenz durch starke Druckverminderung im letzten Körper und damit durch Erniedrigung der Siedetemperatur zu vermehren. Dieses geschieht, wie bereits erwähnt, durch die Wirkung der Luftpumpe und des Kondensators, so daß von der guten Einrichtung derselben der Erfolg des Verdampfens wesentlich bedingt ist.

Mehrfache Ausnutzung des Saftdampfes. Je größer die Temperaturdifferenz zwischen Heizdampf im ersten und Saftdampf im letzten Körper ist, desto mehr Verdampfkörper können mit einander kombiniert werden. Im allgemeinen überschreitet dieser Unterschied nicht mehr als 50—55° C. Es entfällt daher, wenn wir 55° C annehmen, bei einem Zweikörperapparat auf jeden Körper eine Temperaturdifferenz von 27,5° C, bei einem Dreikörperapparat 18,3° C und bei einem Vierkörperapparat 13,7°. Je mehr Apparate kombiniert werden, um so kleiner werden die Temperaturdifferenzen, um so größer müssen aber die Heizflächen werden. Man ist daher in der Praxis über Fünfkörperapparate nicht hinausgegangen. In der Regel verwendet man nur Zwei- und Drei-, seltener Vierkörperapparate. Die Einrichtung und Ausrüstung der einzelnen Körper ist die gleiche, wie an dem Zweikörperapparat. Auch der Gang der Arbeit gestaltet sich, wie dort beschrieben.

Das Verkochen. Durch das Verkochen wird der Dicksaft so stark konzentriert, daß sich die Hauptmenge des Zuckers in Krystallform abscheidet, während der größte Teil des Nichtzuckers mit etwas Zucker in Lösung bleibt.

Ehe der Dicksaft verkocht werden kann, muß er über Knochenkohle oder auf mechanischem Wege filtriert werden, da sich bei der Verdampfung verschiedene trübende Stoffe, meist Kalksalze, abscheiden. Zu dem Behufe wird der Dicksaft, dessen Temperatur entsprechend der Siedetemperatur im letzten Verdampfkörper eine zu niedrige ist, in Kochpfannen oder Vorwärmer bis fast zum Kochen erhitzt.

Häufig führt man zur weiteren Reinigung des Saftes, dessen Alkalität durch das Verdampfen sich gesteigert, vor der Filtration noch einmal eine Saturation mit Kohlensäure oder schwefliger Säure aus, zuweilen unter Zugabe von etwas Kalkmilch. Man saturiert aber auch hier nicht völlig aus, sondern läßt eine geringe Kalkalkalität bestehen, da sich eine solche für die Herstellung gesunder, haltbarer Zucker- und Nachprodukte notwendig erweist.

Der filtrierte Dicksaft ist dann zum Verkochen geeignet.

Bei der Arbeit des Verkochens unterscheidet man zwei Verfahren: das Blankkochen und das Kochen auf Korn.

Durch das Blankkochen erzielt man eine klare (blanke) heißgesättigte Zuckerlösung, welche beim Abkühlen Krystalle abscheidet.

Beim Kochen auf Korn findet schon während des Verkochens Krystallbildung statt, welche mit zunehmender Verdampfung des lösenden Wassers fortschreitet, bis man zuletzt einen steifen Krystallbrei erhält. Die Ausbeute an Krystallen ist beim Kochen auf Korn größer als beim Blankkochen.

Um jedoch auf Korn kochen zu können, ist es nötig, daß der Gehalt des Saftes an Nichtzuckerstoffen, welche die Krystallisation beeinträchtigen, ein gewisses Maß (etwa 20 pCt. auf Trockensubstanz berechnet) nicht überschreitet.

Da bei der gegenwärtig üblichen Arbeitsweise die Reinheit des Dicksaftes das Kochen auf Korn gestattet, so wird auch nur dieses Verfahren angewendet.

Die späteren, an Nichtzucker reicheren Ablaufsyrupe können dagegen nur mehr blank gekocht werden.

Das Verkochen geschieht gegenwärtig ausschließlich in Vakuum-Apparaten. In der Konstruktion derselben kommen womöglich noch größere Verschiedenheiten als bei den Verdampfapparaten vor.

Während man früher die Apparate nur aus Kupfer baute, findet in neuerer Zeit das Eisen zur Herstellung derselben vielfach Verwendung. Ebenso giebt man den neueren Apparaten statt der noch weit verbreiteten Kugelform eine mehr hohe Gestalt, indem zwischen den oberen und unteren halbkugeligen Teil ein zylindrisches Zwischenstück eingefügt ist.

Die Heizvorrichtung besteht meist aus einem Doppelboden und aus mehreren Schlangenröhren. Dieselben werden stets aus Kupfer angefertigt und in zwei, drei und selbst vier Systemen übereinander angeordnet. Die verschiedenen Systeme stehen untereinander in Verbindung und können entweder als eine gemeinschaftliche Schlange oder jedes für sich verwendet werden.

In Fig. 130 ist ein kugelförmiges kupfernes Vakuum mit zwei Heizschlangen abgebildet.

In dem Saftraume A liegen bei B und C, durch punktierte Ringe angedeutet, die beiden Heizschlangen. Ebenso ist der Boden des Vakuums punktiert. Derselbe bildet mit dem Doppelboden den Dampfraum D. E ist der Dom, von gleicher

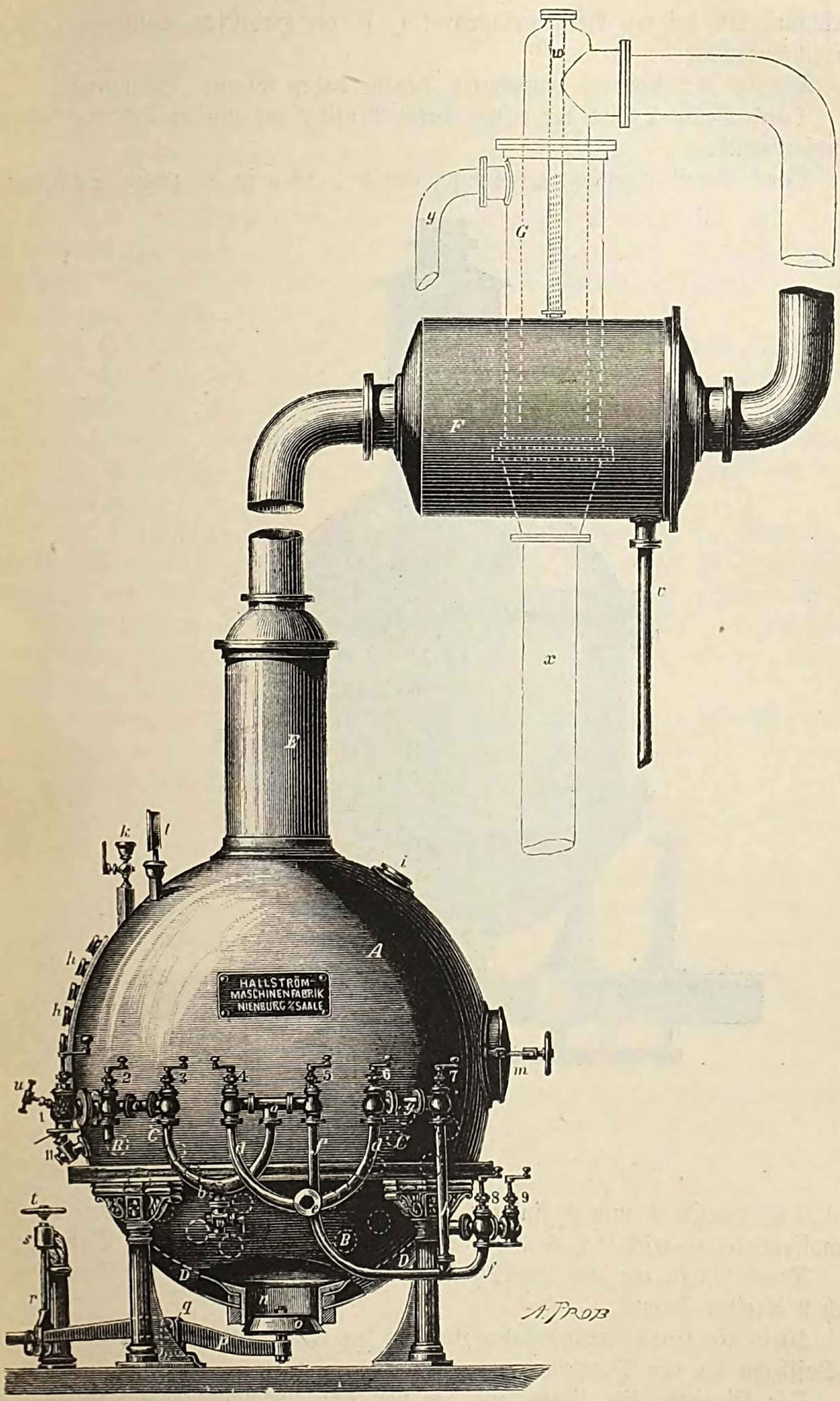


Fig. 130. Vakuumapparat.

Einrichtung wie bei den Verdampfapparaten, F der Hodek'sche Saftfänger, G ein Einspritzkondensator.

Die um den Apparat gruppierten Ventile haben folgende Bedeutung:

Durch Ventil 1 wird der ersten, durch Ventil 2 der zweiten Schlange direkter Dampf zugeführt.

Durch Ventil 3 gelangt der Dampf von der ersten in die zweite Schlange.

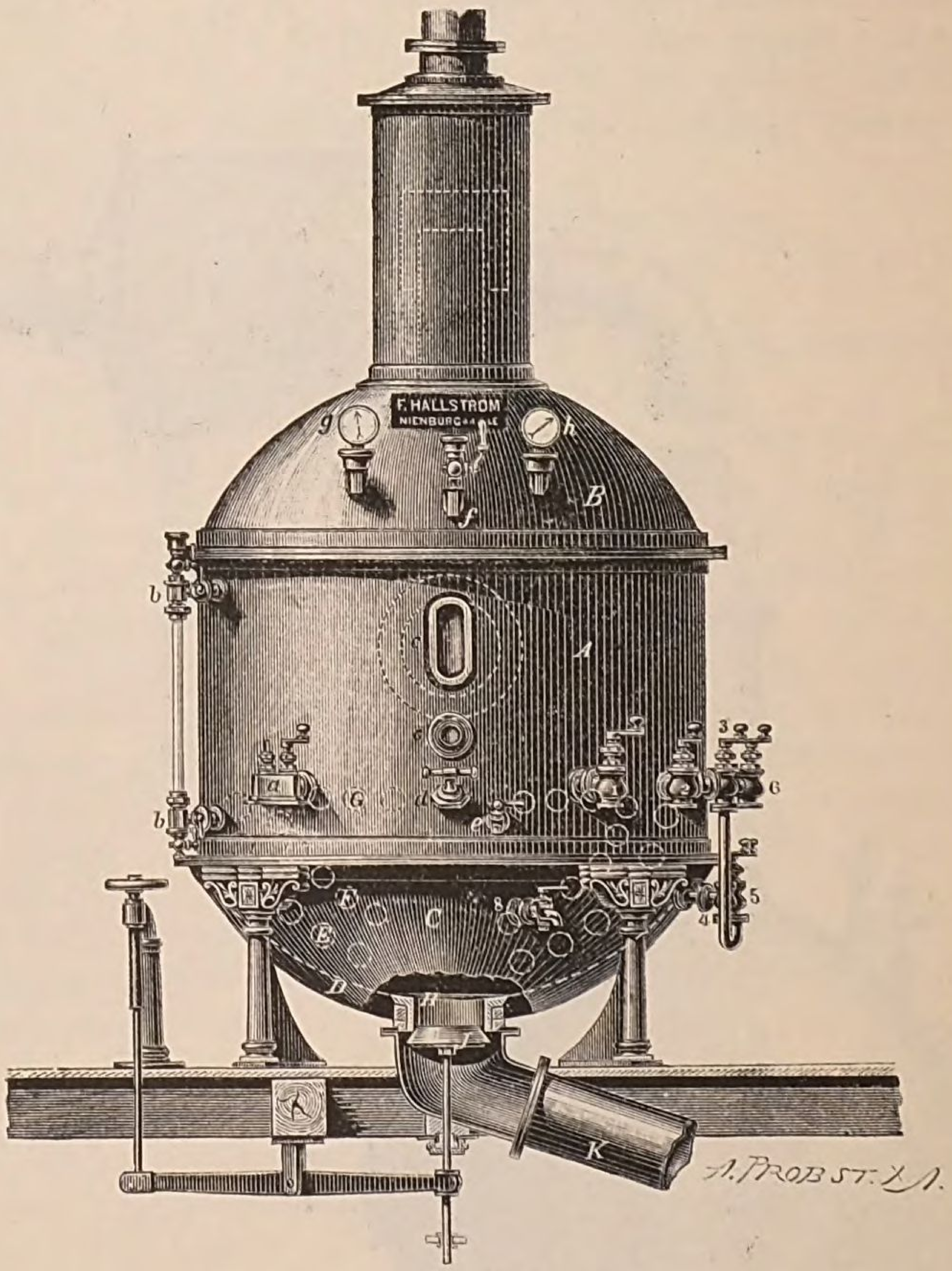


Fig. 131. Vakuumapparat.

Die Ventile 4 und 6 sind in die Verbindungen der Schlangen mit dem Dampfsammler eingeschaltet, 5 und 7 in die der Schlangen mit dem Doppelboden.

Durch 8 tritt der aus den Schlangen kommende Dampf in den Doppelboden, durch 9 direkter Dampf.

10 ist ein Entwässerungshahn zwischen der ersten und zweiten Schlange, 11 der Lufthahn für den Doppelboden.

Die Einziehventile liegen auf der von dem Beschauer abgewendeten Seite des Apparates.

k ist der Luft- oder Butterhahn,

l ein Vakuummeter,

m ein großes Mannloch,

h h sind Schaugläser, i ist ein kleines Fenster, vor welchem zur Beleuchtung des Innern des Apparates eine mit Reflektor versehene Lampe brennt,

u ist ein Probenehmer; derselbe muß derart konstruiert sein, daß beim Entnehmen einer Probe keine Luft in den Apparat eintreten kann,

n ist der Ablaßstutzen, welcher durch den Konus o verschlossen ist. Letzterer wird mittels des Handrades t durch Vermittelung der in der Schraubenspindel s drehbaren Stange r und des Hebels p, dessen Drehpunkt bei q liegt, gegen die Ablaßöffnung gedrückt und weggenommen.

Fig 131 zeigt ein eisernes Vakuum mit drei Heizschlangen und Doppelboden. Dasselbe besteht aus drei Stücken: dem zylindrischen Mittelteil A, dem Deckel B und dem Boden C. Der Boden D ist, wie die Heizschlangen E, F, G aus Kupfer. E und F haben ein gemeinsames Einlaß- und ein Auslaßventil für den Dampf.

Die Ausrüstung des Apparates ist im übrigen von der bereits beschriebenen nicht verschieden.

Die Arbeit am Vakuum erfordert viel Aufmerksamkeit und praktische Erfahrung. Unter sonst gleichen Verhältnissen ist die mehr oder weniger gute Beschaffenheit der Füllmasse lediglich von der Geschicklichkeit des Zuckersieders abhängig.

Das Blankkochen. Nachdem man mittels der Luftpumpe soviel Dicksaft in den Vakuum-Apparat eingezogen, daß die Heizschlangen bedeckt sind, läßt man in diese und den Doppelboden Dampf einströmen.

Die Luftverdünnung reguliert man durch die Menge des Einspritzwassers und die Thätigkeit der Luftpumpe derart, daß der Saft unter einem Drucke von 149 mm, d. i. bei einer Temperatur von 60° C, siedet.

Das Sieden, welches anfangs unter lebhaftem Aufwallen vor sich geht, beobachtet man durch das Schauglas.

Wenn das Sieden regelmäßig im Gange ist, läßt man ununterbrochen soviel Saft nachfließen, als Wasser verdampft, bis das Vakuum voll ist. Man schließt darauf das Einziehventil und kocht noch einige Zeit, um dann die Konzentration des Saftes zu prüfen. Man bedient sich dazu einer empirischen Probe, der sogenannten Fadenprobe, indem man einen Tropfen des Saftes zwischen Daumen und Zeigefinger bringt und darauf die Länge und Dicke des Fadens beobachtet, welcher sich bildet, wenn man die Spitzen der Finger von einander entfernt.

Es ist nun Aufgabe des Zuckersieders, nach dem Ausfall der Fadenprobe den richtigen Schluß auf die Beschaffenheit der Füllmasse zu ziehen und zu erkennen, wann die geeignetste Konzentration erreicht ist. Letztere ist nicht für alle Säfte die gleiche. Reinere Säfte können stärker konzentriert werden als weniger reine. Bei ersteren ist, wie man sich ausdrückt, die Fadenprobe „strammer“, bei letzteren „leichter“ zu nehmen.

Von der richtigen Konzentration ist die Ausbeute an Rohzucker aus der Füllmasse in hohem Grade abhängig. Ist die Füllmasse zu dünn, so krystallisiert nicht genügend Zucker aus beim Abkühlen, ist sie zu dick, so bilden sich zu kleine Kryställchen, von welchen beim Schleudern der Syrup schwierig und nur unvollkommen zu entfernen ist.

Die fertige Füllmasse läßt man, nachdem das Hauptdampfventil und das Einspritzventil geschlossen und der Lufthahn des Vakuums und des Dampfmantels geöffnet worden, durch das Bodenventil abfließen.

Das Kochen auf Korn kann, wie bereits erwähnt, nur bei sehr reinen Säften ausgeführt werden. Große Vakuumapparate sind für das Kochen auf Korn besser geeignet als kleine. Man baut denn auch gegenwärtig für diesen Zweck Apparate von ganz gewaltigen Dimensionen.

Anfangs verfährt man, wie beim Blankkochen, nur daß man das Vakuum weniger voll nimmt. Man kocht bei einem Drucke bei 149 mm entsprechend einer Siedetemperatur von 60°.

Hat man den Saft in einer Menge, daß er die untere Dampfschlange vollkommen bedeckt, auf eine Konzentration gebracht bis zur Fadenprobe, so erniedrigt man die Siedetemperatur auf etwa 50°. Durch die nun eintretende lebhaftere Verdampfung von Wasser und die damit verbundene Abkühlung scheiden sich alsbald aus der übersättigten Zuckerlösung Kryställchen ab.

Nun wird der übrige Saft in einzelnen abgeteilten Mengen eingezogen, mit der Vorsicht, daß die einmal gebildeten Kryställchen nicht wieder aufgelöst werden.

Durch die Größe der Einzüge hat der Zuckersieder es in der Hand, auf die Ausbildung der Krystalle — des Kornes — einzuwirken. Er kann je nach Belieben eine Füllmasse mit feinem oder grobem Korn herstellen.

Um ein gröberes Korn zu erzielen, nimmt man die Einzüge etwas größer und in größeren Zwischenräumen vor als für feines Korn. Dadurch werden einerseits die kleineren Kryställchen wieder aufgelöst, während andererseits die größeren Krystalle bis zum nächsten Einzug wachsen können.

Für Rohzucker arbeitet man stets auf grobes Korn hin, weil von solchem der Syrup leichter zu entfernen ist und die Ausbeute sich günstiger gestaltet.

Für Konsumware dagegen hat man bald feines, bald grobes Korn zu erzeugen, je nach der Zuckersorte, für welche die Füllmasse bestimmt ist.

Die Zunahme der Krystalle an Zahl und Größe beobachtet man an wiederholt zunehmenden kleinen Proben, die man auf einer Glasplatte ausbreitet.

Sehr reine Säfte werden zu einem steifen Brei verkocht. Die Füllmasse wird „stramm“ gehalten, während man sie für weniger reine Säfte leichter nehmen muß.

Die fertig gekochte Füllmasse läßt man in Formen ab, in welchen die Krystallisation beendet wird.

Als unliebsame Erscheinungen treten beim Verkochen zuweilen das Schaumkochen und Fettkochen auf.

Eine starke Schaumbildung während des Kochens ist stets auf eine mangelhafte Reinigung der Säfte zurückzuführen.

Bei der großen Sorgfalt, welche man gegenwärtig der Saturationsscheidung zuwendet, kommt das Schaumkochen nur mehr selten vor. Man vermindert das Schäumen und verhindert ein Uebersteigen des Saftes dadurch, daß man durch den Butterhahn etwas Fett in den Apparat einläßt, dann und wann den Lufthahn öffnet und unter höherem Drucke kocht.

Die Erscheinung des **Fettkochens** charakterisiert sich dadurch, daß der Saft, sobald er eine gewisse Konzentration erreicht hat, aus dem Sieden kommt und unbeweglich wie geschmolzene Fettmasse im Apparat liegt. Dabei nimmt der ursprünglich gelbe Saft durch eine beginnende Karamelisierung des Zuckers eine braune Farbe an.

Das **Fettkochen** kommt bei zu großer Alkalinität der Säfte vor, oder wenn gewisse schleimige, nicht näher gekannte organische Stoffe im Safte vorhanden sind. Im ersten Fall ebeseitigt man den Uebelstand durch Neutralisieren mittels Phosphorsäure oder schwefliger Säure. Bei Anwendung der letzteren Säure kann man direkt im Apparate die Neutralisation vornehmen. Sind organische Stoffe die Ursache des Fettkochens, so ist eine nochmalige Filtration über Kohle von Erfolg.

Die wesentlichsten Fortschritte, welche die Zuckerindustrie in den letzten Jahren gemacht hat, liegen auf dem Gebiete der Verdampfung. Durch möglichst zweckmäßige Verwendung des Dampfes war man bestrebt, den Aufwand an Kohlen zu verringern und dadurch die Produktionskosten herabzusetzen; denn das Kohlenkonto spielt eine hervorragende Rolle in den Ausgaben der Fabriken. Durch die Einrichtung des **Drei- und Vierkörper-Verdampfsystems** wandte man eine **drei- und vierfache Wiederbenutzung** der im Retourdampf der Maschinen disponibeln Wärme an. Außerdem benutzt man die Saftdämpfe zum Anwärmen und teilweise zum Verkochen der Säfte.

Einen weiteren Fortschritt in dieser Richtung bekundet in neuester Zeit das von **Pauly** empfohlene **System der Anwendung gespannter Saftdämpfe**. Dieses System bezweckt die zweifache Benutzung sämtlicher zur Anwärmung der Säfte, sowie zu deren Verkochung im Vakuum erforderlichen Wärme. Von der Ueberlegung ausgehend, daß die in der Zuckerfabrikation erforderlichen Dämpfe je nach ihrer Bestimmung zweierlei Art sein müssen, nämlich:

1. Dämpfe zum Betriebe der Kraftmaschinen mit hoher Spannung und
2. Dämpfe zum Kochen und Verdampfen mit niedriger Spannung (ca. ein bis zwei Atmosphären Spannung),

empfiehlt **Pauly***), das Kesselsystem in zwei Teile zu teilen, und zwar soll der eine Teil zur Erzeugung hochgespannter Dämpfe von über vier Atmosphären Ueberdruck zum Betriebe der Dampfmaschinen, der andere Teil zur Erzeugung niedrig gespannter Dämpfe von 1—1½ Atm. für die Zwecke des Anwärmens und Kochens der Säfte dienen. Die letzteren Kessel werden mit einer einzig zum Saftdampferzeuger führenden Rohrleitung versehen. Dieser besteht aus einem entsprechend stark gebauten gewöhnlichen Verdampfapparat, am besten mit stehendem Rohrsystem. Der Saft wird von einem Reservoir aus mittels einer Art Kesselspeisepumpe in den Saftdampfkessel hineingepumpt, nachdem er zuvor einen eigentümlich konstruierten Wärmeregenerator passiert hat. Das Sieden findet gewöhnlich bei einer Temperatur von 121 ° C, entsprechend einer Atmosphäre Ueberdruck, statt. Man kann aber auch ohne Schaden auf 125 ° C (1¼ Atm.) gehen. Um den Dampf

---

*) Zeitschrift des Vereins für Rübenzuckerindustrie des deutschen Reichs. 1889. S. 232.

im Heizraum zu spannen und nur Wasser zu entlassen, ist hinter der Heizkammer ein passend konstruierter Schwimmertopf angebracht.

Die entwickelten Saftdämpfe werden durch eine besondere Dampfleitung in der Fabrik verzweigt und zu folgenden Zwecken verwendet:

1. Zum Anwärmen der Diffusion.
2. Zum Anwärmen des zweiten Rohsaftvorwärmers.
3. Nötigenfalls zur I. Saturation.
4. Zum Aufkochen des Saftes in der II. Saturation.
5. Zu den Nachkochkasten.
6. Zum Kochen der Knochenkohle in den Eisfeldt'schen Apparaten.
7. Zum Abdämpfen der Filter.
8. Zum Kochen im Vakuum.

Die Vorzüge des Pauly'schen Verfahrens beruhen darin, daß man nicht nötig hat, das ganze Kesselsystem auf den hohen Druck von 4 Atm. zu halten, wodurch unnötige Wärmeverluste in den Verbrennungsgasen vermieden werden, ferner in der mehrmaligen Wiederbenutzung der Wärme beim Kochen und Verdampfen, endlich darin, daß die Maschinen ohne jede Gegenspannung arbeiten.

Die Verarbeitung der Füllmasse.

Die Füllmasse, wie sie durch Verkochen des Dicksaftes im Vakuum erhalten wird, stellt, wie bereits mitgeteilt, einen mehr oder weniger steifen Krystallbrei, bestehend aus Zuckerkrystallen und anhaftendem nichtzuckerhaltigem Syrup dar.

Die Verarbeitung der Füllmasse bezweckt die Gewinnung von Rohzucker. Letzterer wird dann weiter gereinigt, um in Konsumware verwandelt zu werden. Die Reinigung wird entweder in den Rohzuckerfabriken selbst vorgenommen oder in besonderen Fabriken, Raffinerien.

Zur Gewinnung des Rohzuckers müssen die Krystalle der Füllmasse von dem Syrup möglichst befreit werden. Zu diesem Zwecke bedient man sich gegenwärtig ausschließlich der Zentrifugen.

Die Zentrifuge besteht im wesentlichen aus einer siebartig durchlochten Lauftrommel aus bestem Stahlblech, welche, auf einer vertikalen Spindel befestigt, in Rotation versetzt wird und von einem Mantel umgeben ist.

Die Konstruktion der Zucker-Zentrifugen ist im wesentlichen die gleiche, wie die der Stärke-Zentrifugen. (Vergl. S. 98.)

Die Füllmasse muß für das Schleudern erst zubereitet werden, da dieselbe ihrer festen Beschaffenheit wegen sich nicht gleichmäßig in der Zentrifuge verteilen läßt, sondern Klumpen bilden und dadurch eine ungleichmäßige Belastung der Zentrifuge herbeiführen würde.

Die Zubereitung der Füllmasse — das Maischen genannt — besteht in einer Zerkleinerung und gleichzeitigem Vermischen mit Syrup, so daß eine flüssigbreiige Masse entsteht.

Zum Maischen dient eine Maschine, welche aus einem Vorbrechwerk und dem eigentlichen Maischapparat besteht. Durch das Brechwerk, welches mit starken

Zähnen versehen ist, wird die Füllmasse zerkleinert und in diesem Zustande einem Troge zugeführt, in welchem durch Messerplatten die weitere Zerkleinerung und Mischung mit dem Syrup stattfindet. Die Stellung der Zähne und Messerplatten ist so eingerichtet, daß die Kryställchen selbst nicht beschädigt werden können.

Der Syrup, welcher zum Maischen verwendet wird, ist in der Regel von einer Füllmasse gleicher Güte abgeschleudert. Meistens wird er vor dem Zusetzen etwas angewärmt. Um die Reinheit des Rohzuckers zu erhöhen, wird er zuweilen verdünnt; denn je leichtflüssiger er ist, um so vollständiger wird er beim Zentrifugieren von den Krystallen entfernt. Die Ausbeute aus der Füllmasse wird dadurch allerdings etwas vermindert.

Das Schleudern der aufgemaischten Füllmasse geschieht in der Weise, daß man sie in genau abgemessenen Mengen in die Zentrifugentrommel laufen läßt, deren durchlochte Wandung mit einem feinen Messingsieb bedeckt ist. Die Trommel kann in voller Bewegung oder in Ruhe sich befinden. Bei der Rotation der Trommel breitet sich die Füllmasse an den Wandungen in Form eines Ringes gleichmäßig aus, wobei die Krystalle zurückbleiben, während der Syrup durch die Oeffnungen des Messingsiebes gegen den Trommelmantel geschleudert wird, von wo er abläuft.

Der aus der Füllmasse gewonnene Rohzucker heißt I. Produkt. Der ablaufende Syrup, „Grünsyrup“ genannt, stellt eine bei gewöhnlicher Temperatur gesättigte Zuckerlösung dar. Um aus demselben noch Zucker zu gewinnen, muß er verkocht werden. Da sich jedoch die Nichtzuckerstoffe des Dicksaftes in dem Syrup angehäuft haben, so kann er nicht mehr auf Korn gekocht werden. Man ist daher auf das Blankkochen angewiesen. Zu dem Zwecke wird der vorgewärmte Syrup im Vakuum bis zur entsprechenden Fadenprobe verkocht.

Die blankgekochte Füllmasse läßt man in eiserne Kasten von 2—3 Kubikmeter Fassungsraum ab, welche in einem auf 30—40 Grad erwärmten Raume aufgestellt sind. Die allmähliche Abkühlung ist der Abscheidung gut ausgebildeter Kryställchen günstig. Nach etwa zwei Wochen ist die Krystallisation beendet. Es findet keine wesentliche Vermehrung der Krystalle mehr statt. Die Füllmasse wird nun gemaischt und geschleudert und dadurch ein II. Produkt erzielt. Dieses ist natürlich weniger rein als das I. Produkt, da es von einer weit unreineren Füllmasse stammt. Die einzelnen Krystalle sind kleiner, matter und das ganze Produkt ist dunkler gefärbt.

Der vom II. Produkt abgeschleuderte Syrup wird meist noch einmal verkocht. Die davon herrührende Füllmasse kommt möglichst heiß in große eiserne Behälter von 10—20 Kubikmeter Inhalt, in welchen sie sehr langsam abkühlt und krystallisiert. Nach mehreren Wochen ist die Krystallisation so weit fortgeschritten, daß man schleudern kann. Gewöhnlich läßt man jedoch die Füllmasse einige Monate stehen, ehe man sie weiter verarbeitet.

Eine raschere Krystallisation (je nach der Reinheit des Syrups in drei bis sechs Tagen und Produkte von besserer Qualität hat man in neuerer Zeit nach dem zuerst von Dr. Wulff*) und von Dr. Bock**) vorgeschlagenen Verfahren der Krystallisation in Bewegung erzielt.

---

*) Z. des Vereins für Rübenzucker-Industrie d. d. R. 1885, S. 899, 1887, S. 917. 1888, S. 226 u. 1076.

**) Ebenda 1888, S. 965. Vgl. 1891, S. 537.

Früher wurde vielfach noch ein IV. Produkt gewonnen. Seitdem es jedoch gelungen ist, die Ausbeute an I. Produkt zu steigern, lohnt es sich der geringen Reinheit wegen nicht mehr, den Ablaufsyrup vom III. Produkt weiter zu verarbeiten. Fabriken, welche mit Melasse-Entzuckerung arbeiten, begnügen sich häufig schon mit der Gewinnung von zwei Produkten.

Der Ablaufsyrup, welcher nicht mehr verkocht wird, heißt Melasse. Dieselbe wird entweder durch besondere Verfahren auf Zucker weiter verarbeitet oder zur Spiritusfabrikation verwendet.

Was die Ausbeute an Rohzucker aus der Füllmasse betrifft, so beträgt dieselbe nach Claaßen durchschnittlich ca. 78 kg aus 100 kg Füllmasse und zwar 68—70 kg I. Produkt von 95—96 Polarisation und 8—10 kg II. und III. Produkt von 90—92 Polarisation.

Für die Zusammensetzung der verschiedenen Produkte giebt Claaßen folgende Zahlen, welche sich als Jahresdurchschnitt einer Fabrik ergeben haben:

	Füllmasse	I. Produkt	II. Produkt	III. Produkt	Melasse
Zucker	86,20 pCt.	96,40 pCt.	92,20 pCt.	92,40 pCt.	48,20 pCt.
Wasser	6,04 „	1,51 „	2,76 „	2,01 „	22,80 „
Asche	3,61 „	1,04 „	2,85 „	2,94 „	12,10 „
Organ. Nichtzucker .	4,15 „	1,05 „	2,19 „	2,65 „	16,90 „
Rendement	—	91,20 „	77,95 „	77,70 „	—

Die Ausbeute an Zucker aus der Rübe ergab sich im Durchschnitt des Betriebsjahres 1890/91 zu 12,09 kg Rohzucker aller Produkte von 100 kg Rüben.

Die Konsumzucker-Arbeit.

Der Rohzucker enthält nach dem Schleudern stets noch eine geringe Menge von Syrup, welcher ihm eine gelbe Farbe und einen unangenehmen Geruch und Geschmack verleiht, so daß er für den Konsum nicht verwendbar ist. Er muß daher für diesen Zweck gereinigt oder umgearbeitet werden.

Die Gewinnung von Konsumzucker kann auf zweierlei Weise erfolgen, entweder durch Auflösen und Umkrystallisieren des Rohzuckers oder dadurch, daß man auf die Erzeugung eines I. Produktes von großer Reinheit hinarbeitet, welches durch zweckentsprechende Behandlung leicht völlig von anhaftendem Syrup befreit werden kann.

Der „Konsumzucker oder weiße Ware“ kommt im Handel in drei Hauptformen vor:

1) als Krystallzucker in losen, schön ausgebildeten Kryställchen,
2) als Melis, ein Haufwerk von dicht unter einander verwachsenen Krystallen darstellend; hierher gehören der Hut-, Platten-, Brod-, Würfelzucker und Pilé,
3) als Farin, feingemahlener Zucker von mehr oder weniger weißer Farbe.

Die Herstellung jeder Art von Konsumzucker erfordert einen Zuckersaft von größter Reinheit. Man erhöht daher, wenn die Auflösung und Umarbeitung des Rohzuckers umgangen werden soll, den Reinheitsquotienten des Saftes dadurch,

daß man vor der zweiten Filtration Zucker zusetzt. Zu diesem Zuckerzusatz — Einwurf genannt — verwendet man Rohzucker (II. und III. Produkt).

Für die Zwecke der Raffinierung hat man früher den Rohzucker direkt aufgelöst und die Lösung mit etwas Kalk behandelt und über Kohle filtriert. Gegenwärtig unterwirft man den Rohzucker zuerst einer Vorreinigung durch Schleudern und Ausdecken. Zu dem Behufe wird derselbe mit Syrup von entsprechender Reinheit gemaischt und zentrifugiert. Zum Ausdecken verwendet man gewöhnlich Wasser oder einen besseren Syrup. Um den Syrup dünnflüssiger zu erhalten und so dessen Beseitigung durch das Zentrifugieren zu erleichtern, wärmt man häufig die Masse in der Zentrifuge etwas an, indem man von außen durch den Mantel Dampf einläßt. Durch diese Vorreinigung, welche einen fast weißen Zucker liefert, erspart man gegenüber dem älteren Verfahren viel Arbeit. Dazu kommt, daß man mit weniger Knochenkohle bei der Filtration auskommt, wodurch die Verluste an Zucker und Kohle verringert werden.

Der ausgedeckte Zucker wird in besonderen Schmelzpfannen unter Erwärmen aufgelöst. Der Lösung, welche etwa 60° Br. zeigt, setzt man eine geringe Menge Kalkmilch zu. Andere Klärmittel, wie Blut, Spodiumpulver, Superphosphat u. s. w., haben sich nicht bewährt und werden nicht mehr angewendet.

Zur Entfernung der stets im Rohzucker vorkommenden mechanischen Verunreinigungen werden die Säfte zunächst durch Zeugfilter oder Schlammpressen geschickt. Dann erst werden sie zur weiteren Reinigung, insbesondere zur Entfernung des Farbstoffes — die übrigen Nichtzuckerstoffe wurden schon durch das Schleudern größtenteils beseitigt — über Knochenkohle filtriert. Die Kohlenfilter der Raffinerien sind gewöhnlich größer als die der Rohzuckerfabriken. Die Filtration wird mit großer Sorgfalt, sehr langsam und bei hoher Temperatur der Säfte ausgeführt. Insbesondere sorgt man für eine möglichst vollkommene Trennung der Säfte und Absüßwässer je nach ihrer Qualität. Sobald die gewünschte Entfärbung der Säfte nicht mehr eintritt, unterbricht man die Filtration.

Der filtrierte Dicksaft — Klärsel genannt — wird im Vakuum verkocht. Das Verkochen auf Korn, welches man in der Regel anwendet, wird je nach dem Produkt das man erzielen will, ob große oder kleine Krystalle entstehen sollen, in verschiedener Weise ausgeführt.

Nach dem Raffinationsverfahren von C. Steffen und R. Racymäcker (D. R.-P. Nr. 31 486 mit Zus.-Pat. Nr. 33 284 und 53 313) wird zur Gewinnung von weißem Zucker aus Rohzucker letzterer systematisch mit Zuckerlösungen von steigender Reinheit zuletzt mit völlig reiner Zuckerlösung ausgewaschen. Zur Ausführung des Verfahrens dient eine Nutschbatterie, bestehend aus gruppenweise mit einander verbundenen, dicht abschließbaren Gefäßen. Wenn der Betrieb im Gange ist, so wird auf das mit Rohzucker frisch beschickte Gefäß zunächst die unreinste Waschflüssigkeit aufgebracht, dann diese nach und nach durch immer reinere verdrängt, bis schließlich die reinsten Lösungen die letzten Reste des Nichtzuckers mit hinwegnehmen. Bei einem guten Kornzucker des Handels erzielt man auf diese Weise in 14—16 Stunden vollständig weißen Zucker.*) Nach E. O. von Lippmann ist

*) Vgl. E. O. von Lippmann, Z. des Vereins für die Rübenzucker-Industrie d. D. R. 1891, S. 553. Die Patente Nr. 31486 und 33284 sind vom Kaiserlichen Patentamte für nichtig erklärt worden.

dieses hervorragendste der neueren Raffinationsverfahren besonders geeignet für die Herstellung derjenigen Zucker, deren Erzeugung mit dem Waschprozeß im wesentlichen vollendet ist, wie von Krystallzucker.

Der Krystallzucker hat sich in Deutschland, trotz seines schönen Aussehens und der für die Verwendung sehr zweckmäßigen Form noch wenig eingebürgert. Zur Erzielung gut ausgebildeter Kryställchen wird das Verkochen des sehr reinen Saftes im Vakuum langsam, bei starker Druckverminderung und möglichst niedriger Temperatur vorgenommen. Die Krystallisation ist unter diesen Umständen im Vakuum nahezu vollendet. Die stramm gekochte Füllmasse wird mit Syrup gemaischt, hierauf zentrifugiert, gedeckt und getrocknet.

Die Melis-Form ist, wie früher, so auch gegenwärtig wohl noch am meisten verbreitet, namentlich als Hut- und Brotzucker.

Zur Herstellung von Melis wird das Verkochen gleichfalls bei möglichst niedriger Temperatur vorgenommen, jedoch dafür Sorge getragen, daß sich nur kleine Krystalle bilden können. Um den Stich ins Gelbliche, welcher auch der reinsten Füllmasse eigen ist, zu verdecken, wird vor dem Schlusse des Kochens etwas Ultramarin, welches mit weißem Syrup verrieben ist, durch den Lufthahn in den Apparat eingelassen, jedoch nicht mehr, als daß die Masse einen kaum wahrnehmbaren bläulichen Schimmer erhält. Die Füllmasse, welche weniger stark entwässert wird, damit der Syrup leichter abtropfen kann, läßt man aus dem Vakuum in Anwärmepfannen ab. Unter Umrühren wird hier die Masse durch einströmenden Dampf auf 85 bis 90° C gebracht. Dadurch lösen sich die kleinsten Krystalle, während die größeren, das eigentliche Korn bildenden, nur wenig angegriffen werden.

Die gleichmäßig angewärmte Füllmasse wird darauf in Hutformen von lackiertem Eisenblech gefüllt, welche in der Spitze eine durch einen Dorn verschließbare Oeffnung besitzen.

Um eine möglichst gleichmäßige Krystallbildung zu erzielen, muß die Abkühlung der Füllmasse langsam erfolgen. Man läßt daher die gefüllten Raffinadeformen bei 35—40° in der Füllstube erkalten, wo sie in Reihen, mit der Spitze nach unten, aufgehängt werden. Die Krystallisation beginnt zuerst an der Oberfläche und in der Spitze, von wo aus sie allmählich die ganze Masse ergreift. Um zu verhindern, daß Hohlräume entstehen, was geschehen würde, wenn die Krystallisation oben und unten gleichzeitig stattfände, muß die Zuckermasse in dem oberen Teil der Formen wiederholt mit einem hölzernen Spatel durchgerührt werden. Nach 12—24 Stunden ist die Masse erstarrt. Die Formen werden nun von der Füllstube auf den Zuckerboden geschafft, wo die weitere Behandlung vorgenommen wird.

Dort läßt man zunächst den sogenannten grünen Syrup, welcher noch zwischen den Kryställchen sitzt, ablaufen, indem man den Verschluß in der Spitze öffnet. Nach 12—24 Stunden ist dieses geschehen. Man schreitet nun zum Decken der Brote. Zu dem Behufe muß die obere harte Kruste, welche das Eindringen des Deckklärsels hindern würde, abgescharrt werden. Das hierbei entstehende Zuckerpulver breitet man dann gleichmäßig auf der Oberfläche aus.

Das Decken besteht in einem Verdrängen des zwischen den Krystallen befindlichen Syrups durch Zuckerlösungen. Man wendet mehrere Lösungen nach einander mit steigender Reinheit an. Die zuletzt aufgegossene ist eine völlig reine, kalt gesättigte Zuckerlösung. Wenn die ablaufende Deckkläre die gleiche Reinheit besitzt,

wie die aufgegossene, so zeigt das an, daß aller Syrup entfernt ist. Man beendigt nun das Decken und befreit die Brote durch Absaugen oder Nutschen von der noch zurückgebliebenen Deckkläre. Zu dem Zwecke werden die Formen mit der Spitze luftdicht in ein System von eisernen Röhren eingesetzt, welche sich in einem gemeinschaftlichen Sammelrohr vereinigen. Letzteres mündet in einen geschlossenen Behälter, welcher mit einer Luftpumpe in Verbindung steht. Wird diese in Thätigkeit gesetzt, so wird in dem ganzen System eine Druckverminderung erzeugt, und dadurch der Syrup von den Broten abgesaugt.

Nach beendigtem Absaugen werden die Brote aus der Form gestürzt (gelöscht), und die immer noch etwas feuchten Spitzen abgedreht.

Als letzte Operation schließt sich dann das Trocknen der Brote an, welches in der Trockenstube anfangs bei niedriger Temperatur, später bei 50—55° C erfolgt. Nach etwa 6—8 Stunden sind die Brote trocken. Man läßt sie dann ebenso langsam abkühlen, wie sie angewärmt wurden. Darauf werden sie verpackt und zugerichtet für den Verkauf.

Das Ablaufenlassen und Decken erfordert viel Raum und Zeit. Man hat daher in neuerer Zeit auch beim Brotzucker die Anwendung der Zentrifuge zur Entfernung des Syrups und der Deckklären versucht und gute Resultate dabei erzielt. Die Brotzentrifugen sind stärker und größer gebaut, wie die gewöhnlichen Zentrifugen. Sie sind derart eingerichtet, daß die Brote in der Trommel mit der Spitze nach außen gleichmäßig untergebracht werden können. In der Mitte der Trommel ist eine Deckvorrichtung angebracht, mittels welcher die verschiedenen Deckklären nach und nach durch die sämtlichen Brote geschickt werden.

Die freiwillig ablaufend oder abgeschleuderten Deckklären werden, gesondert je nach dem Grade ihrer Reinheit, aufgefangen und weiter verarbeitet. Die letzten, reineren Decksyrupe werden als erste Deckklärsel für neue Brote verwendet oder verkocht. In letzterem Falle erzielt man verkaufsfähige Brote zweiter Sorte. Die schlechteren Syrupe werden auf Brote verarbeitet, welche, teils auf Mühlen zu Mehl zerkleinert und als Farin verkauft werden, teils wieder aufgelöst und, entweder als Zusatz zum Kochklärsel für Raffinade, oder als Deckklären Verwendung finden. Für letzteren Zweck begnügt man sich indessen häufig, die Decksyrupe auf Rohzucker zu verarbeiten, worauf dieser wie der gekaufte behandelt wird.

Schließlich bleibt auch in der Raffinerie, wie in den Rohzuckerfabriken, eine **Melasse** übrig.

Die Bodenarbeit, welche viel Räumlichkeiten und Zeit beansprucht, wird bei der Herstellung von **Pilé**, **Würfel**- und **Platten-Zucker** umgangen. Die Füllmassen werden hierbei in besonders konstruierten Zentrifugen durch Decken gereinigt, und so in kurzer Zeit ein schöner, weißer Zucker erhalten.

Als **Pilé** bezeichnet man weißen Zucker in unregelmäßigen Bruchstücken. Die strammgehaltene, grobkörnige Füllmasse wird aufgemaischt und der grüne Syrup abgeschleudert. Darauf wird mittels einer, im Innern der Zentrifuge befindlichen, Vorrichtung zunächst mit einer geringen Menge reinen Deckklärsels, darauf mit Dampf ausgedeckt. Der zur Verwendung kommende Dampf muß zu dem Zwecke von mitgerissenen Wassertröpfchen befreit werden. Wenn der ablaufende Syrup blank und fast wasserhell ist, stellt man die Dampfdecke ab, läßt jedoch die Zentrifuge zur Abkühlung des heißen Zuckers noch kurze Zeit in Gang. Das in größeren,

festen Brocken herausgenommene Produkt wird darauf in kleinere Stücke zerbrochen und als Pilé in den Handel gebracht.

Zur Herstellung des Platten- und Würfel-Zuckers wird die Melisfüllmasse in entsprechende viereckige Formen gefüllt, welche je nach der Breite der Platten durch Scheidewände in Abteilungen geteilt sind. Zum Ausschleudern und Decken des Zuckers werden wieder besonders konstruierte Zentrifugen verwendet, in welche die gefüllten Formen gleichmäßig eingesetzt werden. Der Zentrifuge entnommen, werden die Platten getrocknet und direkt in den Handel gebracht, oder in Würfel zerkleinert. Letztere werden erhalten, indem die Platten in Streifen zersägt, und diese durch eine Knipsmaschine gebrochen werden.

Auf Farin, fein gemahlener Zucker, werden Ausschußbrote, dann Abfälle von weißem Zucker aller Art, aber auch bei größerer Nachfrage eigens in Zentrifugen nach Art der Piléfabrikation erzeugter Zucker verarbeitet.

Der Kandiszucker, aus schönen großen, gut ausgebildeten Krystallen bestehend, wird nur noch in wenigen Raffinerien hergestellt. Im Handel kommt er farblos und gefärbt in verschiedenen Abstufungen, von hellgelb bis tiefbraun vor. Aus Rübenzucker kann man nur farblosen, wasserhellen Kandis darstellen, da jede Spur von färbendem Syrup den Geschmack ungünstig beeinflussen würde, während man aus Rohrzucker wohlschmeckenden Kandis von heller oder dunkler Farbe gewinnen kann. Will man ein derartiges Produkt aus dem Rübenzucker erzeugen, so muß man eine künstliche Färbung mit Zuckerkouleur oder indischer Melasse vornehmen.

Die Erzeugung von wasserhellem Kandis erfordert ein vollkommen blankes Klärsel. Das Verkochen wird bei ziemlich hoher Temperatur vorgenommen. Um große Krystalle zu erzielen, darf die Konzentration nicht zu weit getrieben werden. Die blank gekochte Füllmasse wird in Wärmepfannen abgelassen, in welchen sie rasch auf 112—115° C aufgewärmt wird, und darauf in die Krystallisiergefäße (Kandispotten) abgelassen. Die Potten haben eine konische Form mit flachem Boden und sind, wie die Hutformen, aus lackiertem Eisenblech hergestellt. An zwei gegenüberliegenden Seiten besitzen sie Oeffnungen, durch welche Zwirnfäden gezogen werden. Die Oeffnungen werden dann durch Papier verklebt. An den Fäden und den Wandungen der Gefäße setzen sich bei langsamer Abkühlung in der auf 50° C erwärmten Krystallisierstube mehr oder weniger große Krystalle an. Nach beendigter Krystallisation wird die oberste Kruste entfernt und der Syrup abgelassen. Die Krystalle werden darauf mit schwach erwärmtem Kalkwasser abgespült, getrocknet und aus den Potten entleert. Man erhält etwa 50—60 pCt. vom Gewichte des angewandten Zuckers. Der zurückbleibende Syrup wird entweder auf weißen Zucker verarbeitet oder gereinigt und nochmals auf Kandis verkocht.

Die Ausbeute an Raffinerieprodukten überhaupt beträgt durchschnittlich 88—92 kg weißen Verkaufszucker und 5—8 kg Melasse aus 100 kg Rohzucker von 95—97 pCt. (Polarisation).

In Bezug auf die Reinheit zeigen die besseren Qualitäten des Konsumzuckers keinen wesentlichen Unterschied. Ihr Zuckergehalt beträgt 99,8—100 pCt.

Die Melasseentzuckerung.

Der Restsyrup der Zuckerfabriken und Raffinerien, die Melasse, ist natürlich je nach der Beschaffenheit der Rüben verschieden zusammengesetzt. Im Durchschnitt enthält die Melasse:

50 pCt. Zucker,
30 „ Nichtzucker,
20 „ Wasser.

Der Nichtzucker besteht zu einem Drittel aus unorganischen, zu zwei Dritteln aus organischen, teils stickstoffhaltigen, teils stickstofffreien Stoffen.

Ihres widerlichen Geruches und Geschmackes wegen ist die Rübenzuckermelasse zum Genusse untauglich.

Der noch beträchtliche Rohzuckergehalt kann in zweierlei Weise verwertet werden, entweder zur Erzeugung von Spiritus (s. u.) oder dadurch, daß der Zucker mittels besonderer Verfahren gewonnen wird.

Während früher die Melasse hauptsächlich zur Spiritusfabrikation verwendet wurde, ist in letzter Zeit die Melasseentzuckerung immer mehr in Aufnahme gekommen und begünstigt durch die Rübensteuer zu bedeutender Entwickelung gelangt; denn der aus der Melasse gewonnene Zucker hatte keine Steuer zu tragen. Durch Einführung des Zuckersteuergesetzes v. 9. Juli 1887, nach welchem neben der Rohmaterialsteuer eine Verbrauchsabgabe von Zucker jeder Herkunft erhoben wurde, hat allerdings die Rentabilität der Melasseentzuckerung eine Einschränkung erfahren.

Von den zahlreichen Verfahren, welche vorgeschlagen wurden, haben sich nur wenige in der Praxis bewährt. Dieselben können nach dem Prinzipe, auf welchem sie beruhen, folgendermaßen eingeteilt werden:

1. Das Osmoseverfahren, bei welchem ein Teil der Nichtzuckerstoffe durch Osmose aus der Melasse entfernt wird.
2. Die Kalksaccharatverfahren, und zwar
   a. solche mit Anwendung von Alkohol (Elutionsverfahren),
   b. solche ohne Anwendung von Alkohol. Das Substitutionsverfahren und das Ausscheidungsverfahren von Steffens.
3. Die Strontianverfahren von Scheibler.

Das Osmoseverfahren.

Die Anwendung der Osmose zur Gewinnung des in der Melasse enthaltenen Zuckers beruht darauf, daß ein Teil des Nichtzuckers, hauptsächlich mineralische und organische Salze, rascher zu diffundieren vermag, als der Zucker. Befindet sich daher auf der einen Seite der Membran — man wendet als solche Pergamentpapier an — Melasse, auf der andern Wasser, so wandern zunächst die Salzmoleküle in das Wasser und letzteres zu der Melasse. Unterbricht man den Diffusionsprozeß im geeigneten Momente, so erhält man einerseits einen verdünnten, aber an Salzen ärmeren Zuckersaft, andererseits eine zuckerarme Salzlösung. Die Verminderung des Salzgehaltes ist bedeutend genug, um nach dem Eindampfen der osmosierten Melasse die Gewinnung krystallisierten Zuckers zu ermöglichen.

Die Osmose ist das älteste Verfahren zur Gewinnung von Zucker aus Melasse. Sie wurde anfangs der 60er Jahre von Dubrunfaut in französischen Fabriken eingeführt und war auch in Deutschland bis in die jüngste Zeit sehr verbreitet.

Gegenwärtig ist sie gerade nicht so sehr von den neueren Verfahren verdrängt, als vielmehr mit der Abnahme der Melasseentzuckerung überhaupt vielfach aufgegeben worden.

Der Osmoseapparat — im äußeren der Filterpresse ähnlich — besteht aus einem System von Kammern, welche durch schmale, mit Pergamentpapier überspannte Holzrahmen gebildet werden. In Fig. 132 ist ein solcher Rahmen abgebildet. Die länglichen Oeffnungen a a' und b b' bilden, wenn die Rahmen im Apparate zusammengestellt sind, je einen Kanal. Durch die runden Oeffnungen

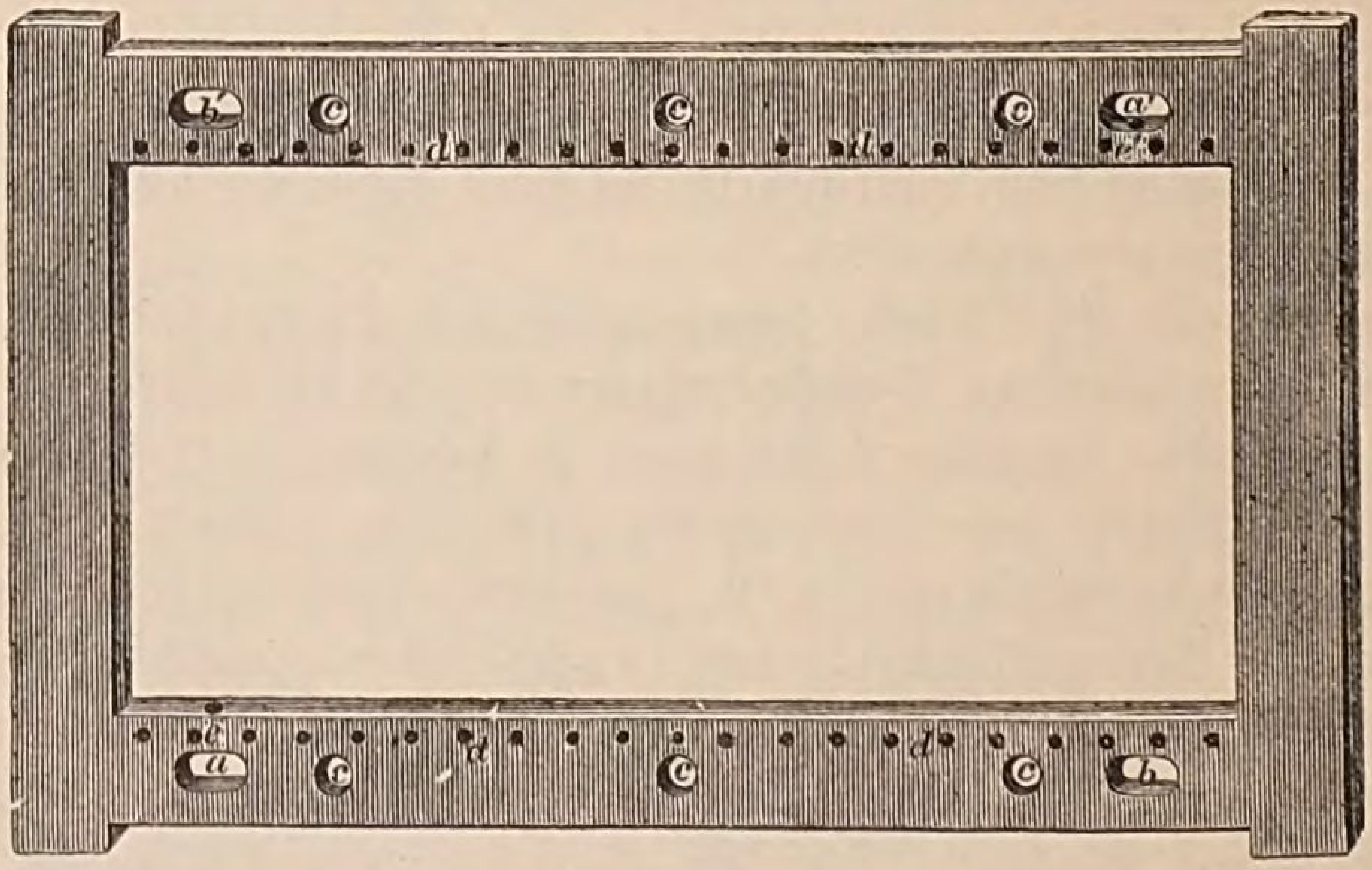


Fig. 132. Osmoserahmen.

c c c werden eiserne Stäbe gesteckt, an deren Ende Schraubengewinde eingeschnitten sind. Durch Anziehen von Schraubenmuttern werden die Rahmen, nachdem zwischen je zwei ein Bogen Pergamentpapier eingelegt ist, fest zusammengepreßt. Durch die kleinen Oeffnungen d können Schnüre zur Auflage des Pergamentpapiers gezogen werden. Die Oeffnungen a a' und b b' stehen abwechselnd durch Kanälchen mit dem Innenraum der Rahmen in Verbindung. Es soll beispielsweise Fig. 132 einen Melasserahmen darstellen, so tritt die Melasse von a aus durch e in den Innenraum, erfüllt denselben und verläßt ihn wieder durch e' nach a'. Der nachfolgende Rahmen ist für Wasser bestimmt. Dieser hat bei a a' keine Verbindung mit dem Innern der Kammer, sondern bei b b', so daß die Melasse hier nicht eindringen kann.

Auf diese Weise nimmt immer abwechselnd eine Kammer Melasse und die folgende Wasser auf und zwar bewegt sich die Melasse von links unten nach rechts oben, das Wasser in entgegengesetzter Richtung. Da durch höhere Temperatur der Diffusionsprozeß wesentlich beschleunigt wird, so läßt man die Melasse mit 80°, das Wasser mit 90° C in den Apparat eintreten. Die Menge des Wassers und der Melasse müssen in einem bestimmten Verhälnis zueinander stehen, das je nach Beschaffenheit der Melasse wechselt und in jedem einzelnen Falle durch besondere Versuche zu ermitteln ist. Je unreiner eine Melasse ist, desto mehr Wasser muß

angewendet werden. Die Erhöhung des Reinheitsquotienten ist nicht bedeutend, sie beträgt meist nicht mehr als 6. Das genügt jedoch, um nach dem Blankkochen Zucker auskrystallisieren zu lassen. Nach beendigter Krystallisation wird die Füllmasse geschleudert und der Ablaufsyrup von neuem osmosiert. Diese Operation wird dann häufig noch ein drittes Mal ausgeführt. Man erhält so von 100 kg Melasse 20—25 kg dunklen Nachproduktzucker von 92—93 Polarisation und ungefähr 30 kg Restmelasse. Letztere hat annähernd den gleichen Zuckergehalt, wie die ursprünglich angewandte, doch hat eine weitere Osmose derselben keinen Erfolg mehr, da der Nichtzucker vorwiegend aus organischen, schwer diffundierenden Stoffen besteht.

Nach Leplay erzielt man einen höheren Reinheitsquotienten, wenn man die Melasse während der Osmosierung auf der gleichen Dichte erhält, wenn man also dafür Vorkehrungen trifft, die durch das Osmosieren verdünnte Melasse wieder zu konzentrieren. Leplay hat zu dem Behufe einen Verdampf-Osmoseapparat angegeben, bei welchem durch Verlängerung der Seitenteile der Rahmen, oben eine Verdampfungspfanne, gebildet ist. In derselben wird der Syrup durch eine Dampfschlange konzentriert und stets die ursprüngliche Dichte hergestellt. Die Melasse tritt bei diesem Apparat mit 66° Brix heiß gemessen ein und nach der Osmosierung mit gleicher Dichte aus. Leplay empfiehlt ferner eine doppelte Osmose, zu welchem Zwecke die Rahmen des Apparates durch einen sogenannten Trennungsrahmen in zwei Gruppen geteilt werden. Auf der einen Seite geht die erste Osmose mit Verdampfung vor sich, auf der andern Seite eine gewöhnliche Osmose. In diesem Falle verläßt die Flüssigkeit den Apparat mit der Konzentration, welche sie sonst bei der Dubrunfaut'schen Osmose auch besitzt; allein, während sonst nur 40—50 pCt. der Salze bei 100 Rahmen entfernt werden, sollen hier 70 pCt. und selbst mehr ausgeschieden werden.

Die Kalksaccharatverfahren.

Diesen Verfahren ist die Bildung eines unlöslichen Kalksaccharates aus dem Zucker der Melasse gemeinsam.

Die Art und Weise, wie das Kalksaccharat erzeugt wird, ist bei den einzelnen Verfahren verschieden, ebenso die Reinigung desselben von den Nichtzuckerstoffen.

Elutionsverfahren. Das Elutionsverfahren, welches von Scheibler als erstes chemisches Entzuckerungsverfahren in die Praxis eingeführt wurde, vollzieht die Entfernung der Nichtzuckerstoffe durch Auswaschen des Melassekalkes (Tricalciumsaccharat) mit verdünntem Alkohol. Die verschiedenen Modifikationen dieses Verfahrens unterscheiden sich hauptsächlich durch die Bildungsweise und Form des Melassekalkes.

Nach dem Scheibler-Seyferth'schen Verfahren wird frisch gebrannter, völlig trockener und fein gemahlener Kalk mit der Melasse innig gemischt. Die Temperatur der Melasse beträgt dabei 30—35° C. Die zähflüssige Mischung wird in Kästen von Eisenblech gefüllt, in welchen unter starker Erhitzung die Reaktion des Kalkes auf die Melasse stattfindet. Die Melasse, welche infolge der Entwicklung von Dämpfen stark aufbläht, zeigt nach dem Erkalten eine bimsteinartige Beschaffenheit. Sie wird auf einem Brechwerk in nußgroße Stücke zerkleinert und darauf ausgelaugt.

Die Auslaugung (Elution) erfolgt in zylindrischen, aus Eisenblech gearbeiteten Gefäßen (Elutoren), deren 6—10 zu einer Batterie vereinigt sind, mittels kalten Weingeistes von 35° Tr. Der Melassekalk wird etwa viermal ausgezogen, wobei der Weingeist jedesmal 8—12 Stunden stehen bleibt. Die zwei ersten Weingeistabzüge werden direkt destilliert zur Gewinnung des Alkohols. Die beiden letzten, welche weniger Nichtzuckerstoffe enthalten, werden zur Auslaugung einer weiteren Menge Melassekalkes verwendet.

Nach viermaliger Extraktion läßt man den Spiritus abtropfen und leitet darauf Dampf in den Elutor, welcher mit einem Kühler zur Verdichtung der Alkoholdämpfe in Verbindung gebracht ist. Durch die Wirkung des Dampfes wird der ausgelaugte Melassekalk in Zuckerkalkmilch übergeführt, welche durch ein Bodenventil abgelassen und im Betriebe an Stelle des Aetzkalkes zur Scheidung verwendet wird. Die Zuckerkalkmilch direkt auszusaturieren und auf Zucker zu verarbeiten, hat sich nicht bewährt, da hierzu sehr lange Kohlensäure eingeleitet werden muß, während doch im Rübensafte die Zerlegung des Zuckerkalkes mit großer Leichtigkeit vor sich geht.

Nach dem Eisfeldt'schen Verfahren erhält man einen dichten, plastischen Melassekalk, welcher für die Auslaugung in dünne Späne zerschnitten wird. Zur Darstellung desselben wird der Kalk mit soviel Wasser gelöscht, als zur Hydratbildung erforderlich ist und gleichzeitig auf 30° erwärmte Melasse hinzugefügt, so daß die Mischung von Melasse und Kalk in dem Moment stattfindet, in welchem das Wasser auf den Kalk einwirkt. Man erhält so zumeist eine dünnflüssige Masse, welche nach 12—24 Stunden plastisch wird.

Bei dem Manoury'schen Verfahren (Procédé Manoury) wird der Kalk zu Staub gelöscht und in einem Melangeur mit Melasse gemischt. Der hierbei entstehende kleinkörnige Melassekalk wird durch Sieben von beigemengtem Kalkstaub befreit und darauf direkt ausgelaugt.

Bei der Weinrich'schen Elution wird gleichfalls pulverförmiges Kalkhydrat angewendet, welches mit Melasse von 100° C gemischt wird. Die Mischung läßt man in eisernen Kästen erkalten, wobei eine dichte trockene Masse entsteht. Diese wird zu Mehl oder Gries zerkleinert und darauf mit 70grädigem Weingeist verrührt, wodurch sie eine für die Auslaugung günstige sandige Beschaffenheit annimmt. Das Auswaschen geschieht in geschlossenen, unabhängig von einander funktionierenden Elutoren.

Das sogenannte Fällungsverfahren, welches ursprünglich von Drevermann angegeben und später von Gundermann und Sostmann mit einer Vorreinigung der Melasse in Verbindung gebracht wurde, unterscheidet sich wesentlich von den vorhin erwähnten. Zur Vorreinigung wird die Melasse in alkoholischer Lösung mit Chlorcalcium und etwas Kalk versetzt und darauf in das Gemisch Kohlensäure eingeleitet. Durch das Chlorcalcium werden die leicht löslichen organischen Natron- und Kalisalze in die in Alkohol schwer oder unlöslichen Kalkverbindungen übergeführt. Durch den Kalk werden außerdem noch andere Nichtzuckerstoffe ausgefällt. Der Niederschlag wird durch Filterpressen entfernt und aus der gereinigten alkoholischen Melasselösung der Zucker durch alkoholische Kalkmilch als Trisaccharat gefällt, während nunmehr die Nichtzuckerstoffe größtenteils gelöst bleiben. Der feinkörnige Zuckerkalk wird in Filterpressen von der Lauge getrennt und mit

schwachem Weingeist ausgewaschen. Der Spiritus wird in den Pressen durch komprimierte Luft soviel als möglich verdrängt, worauf der Zuckerkalk in Destillierblasen zu Zuckerkalkmilch gelöscht und völlig entgeistet wird. Die Zuckerkalkmilch gelangt, wie bei den übrigen Verfahren, bei der Scheidung zur Verwendung.

Die Kalksaccharatverfahren ohne Anwendung von Alkohol. Das älteste dieser Verfahren ist die von Steffen's, Buonaccorsi und Drucker in die Praxis eingeführte Substitution. Demselben liegt die Eigenschaft des Zuckers zu Grunde, ein in Wasser lösliches Moncalciumsaccharat zu bilden, welches beim Erhitzen der Lösung in unlösliches Tricalciumsaccharat übergeht.

Zur Ausführung des Verfahrens wird die Melasse auf einen Zuckergehalt von 7 pCt. verdünnt, in der Kälte mit Kalk versetzt und in geschlossenen Behältern auf 100 ° C erhitzt. Das Tricalciumsaccharat, welches dabei entstanden, wird durch Filterpressen von der Lauge getrennt, mit heißem Wasser gewaschen und als Zuckerkalkmilch in der Scheidung verwandt.

Entsprechend der Reaktion, welche beim Erhitzen der Lösung von Moncalciumsaccharat stattfindet ($3\,C_{12}H_{22}O_{11}.\,CaO = C_{12}H_{22}O_{11}\cdot 3\,CaO + 2\,C_{12}H_{22}O_{11}$) erhält man nur $^1/_3$ des vorhandenen Zuckers als Tricalciumsaccharat. Um die in der Melasse verbleibenden zwei Drittel noch möglichst zu gewinnen, wird die aus den Filterpressen ablaufende Mutterlauge auf etwa 50 ° C abgekühlt und soviel frische Melasse zugesetzt (substituiert), daß wieder ein Zuckergehalt von 7 pCt. erreicht wird. Man kühlt dann weiter auf 15 ° C, fügt wieder Kalk hinzu und fällt von neuem Tricalciumsaccharat durch Erhitzen aus. Mit der ablaufenden Mutterlauge wird die gleiche Operation wiederholt ausgeführt. Da sich jedoch hierbei die Nichtzuckerstoffe mit der Zeit allzusehr in der Lauge anhäufen würden, so wird täglich ein Neuntel derselben von der Substitution ausgeschlossen, indem man diesen Anteil direkt auf Tricalciumsaccharat verarbeitet. Die hierbei abfallende sogenannte reduzierte Mutterlauge wird beseitigt.

Gleichfalls auf der Bildung von Tricalciumsaccharat beruht das Ausscheidungsverfahren von Steffens. Dasselbe gilt als eines der besten und auch billigsten Melasseentzuckerungsverfahren. Der Vorgang, durch welchen das Trisaccharat zu Stande kommt, war beim Bekanntwerden des Verfahrens ein durchaus neuer. Trägt man in dünne Zuckerlösungen staubfeines Aetzkalkpulver ein, so löst sich dieses zuerst auf, auf weiteren Zusatz hin fällt der Zucker als Trisaccharat aus. Mit reinen Zuckerlösungen und unter geeigneten Bedingungen ist die Ausfällung des Zuckers quantitativ.

Die Ausführung des Verfahrens im großen gestaltet sich folgendermaßen: Die auf 7 pCt. Zuckergehalt verdünnte Melasse wird in besonderen Apparaten, sogenannten Kühlmaischern mit staubfeinem Aetzkalk in kleinen Portionen versetzt, bis aller Zucker gefällt ist. Dabei hat man darauf zu achten, daß die Temperatur 15 ° C nicht wesentlich überschritten werde. Durch Spindelung erkennt man den Grad der Ausfällung. Auf 100 kg Melasse sind 60—70 kg Kalk erforderlich.

Die Trennung des ausgeschiedenen Zuckerkalkes von der Lauge und das Auswaschen desselben mit möglichst kaltem Wasser geschieht in Filterpressen verschiedener Konstruktion. Die Lauge, welche bei einem Zuckergehalt von 0,6—0,8 pCt. fast

alle Nichtzuckerstoffe enthält, läßt man hinausgehen.*) Das Waschwasser wird entweder zur Verdünnung der Melasse in den Kühlmaischer zurückgegeben, oder, da es nur sehr wenig Zucker (0,2 pCt.) enthält, besser auch beseitigt.

Das ausgewaschene Saccharat wird mit Wasser zu Kalkmilch verrieben und entweder in der Scheidung verwendet oder auch direkt ohne Rübensaft auf Zucker verarbeitet. Im letzteren Falle wird das Kalksaccharat in der sogenannten Auflösestation mit etwas zuckerhaltigem Safte behandelt, wodurch es in Kalkhydrat und kalkarmes lösliches Saccharat zerfällt. Das Kalkhydrat wird durch Filterpressen entfernt und die ablaufende Saccharatlösung darauf mit Kohlensäure aussaturiert.

Auf diese letztere Arbeitsweise sind auch jene Fabriken angewiesen, welche mehr als die eigene Melasse verarbeiten, also mehr Zuckerkalk gewinnen, als sie in der Scheidung verwenden können.

Die Ausbeute beträgt pro 100 kg Melasse durchschnittlich 40 kg Rohzucker und 10 kg Restmelasse.

Strontianverfahren.

Das Strontianverfahren liefert die beste Ausbeute an Zucker, nämlich 42—44 pCt. Es gestattet, den Zucker in krystallisierter Form zu gewinnen, weshalb es hauptsächlich in Raffinerien zur Entzuckerung der Melasse Anwendung findet.

Scheibler hat zwei Verfahren angegeben. Das ältere beruht auf der Bildung von Bistrontiumsaccharat, welches man erhält, wenn die verdünnte Melasse mit einer heißen Lösung von Strontianhydrat (3—3½ Moleküle Aetzstrontian auf 1 Molekül Zucker) versetzt und kurze Zeit gekocht wird. Der Zucker scheidet sich dabei in Form eines schweren sandigen Niederschlages als Bisaccharat ab, welches durch Nutschen oder Filterpressen von der Lauge getrennt und mit heißer Strontianlösung gewaschen wird. Das ausgewaschene Saccharat wird darauf in flachen eisernen Kästen mit kaltem Wasser übergossen, wobei dasselbe in krystallisiertes Strontianhydrat und eine wenig Strontian enthaltende Zuckerlösung übergeführt wird. Letztere wird mit Kohlensäure behandelt, während das ausgeschiedene Strontianhydrat in Zentrifugen getrocknet und von neuem verwendet wird. Die aussaturierte Zuckerlösung wird direkt auf Füllmasse verarbeitet.

Das neuere Strontianverfahren — einfacher als das ältere — arbeitet auf die Bildung von Monostrontiumsaccharat hin. Zu dem Behufe wird die Melasse mit soviel heiß gesättigter Strontianlösung versetzt, daß das Verhältnis des durch Polarisation bestimmten Zuckers der Melasse zum Strontiumoxyd 1:1 beträgt. Ein kleiner Ueberschuß von Strontian schadet nichts, wirkt vielmehr eher günstig. Die Mischung, deren Temperatur etwa 70° C beträgt, wird auf einem Berieselungskühler durch kaltes Wasser abgekühlt. Die abgekühlte Flüssigkeit läuft in einfache Behälter. Sobald ein solcher Behälter gefüllt ist, wird von einer früheren Operation stammendes krystallisiertes Monostrontiumsaccharat in der Flüssigkeit verteilt. Je nach der Temperatur bleibt nun der Krystallisationsbehälter 3—6 Stunden sich selbst überlassen; während dieser Zeit verwandelt sich sein Inhalt in eine anscheinend

*) Um selbst diese geringen Mengen von Zucker noch zu gewinnen, wird die Lauge auf 90° C erhitzt, wodurch sich ein dicker Niederschlag von Saccharat abscheidet. Derselbe wird mit heißem Wasser gewaschen und der Melasse im Kühlmaischer zugesetzt.

feste Masse von krystallisiertem Monostrontiumsaccharat $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot SrO + 5H_2O$. Durch Umrühren verflüssigt sich die fest scheinende Masse wieder, indem die Krystallaggregate zerfallen und die darin eingeschlossene Mutterlauge austritt.

Die Trennung der Krystalle von der noch zuckerhaltigen Mutterlauge kann durch Absaugefilter (Nutschen) oder durch Filterpressen bewirkt werden. Zum Auswaschen derselben bedient man sich am besten einer kalt gesättigten Lösung von Monostrontiumzucker, weil diese Waschflüssigkeit aus den Filterkuchen nur die Mutterlauge verdrängt, ohne Saccharat selbst zu lösen.

Die in den Saccharatpressen verbleibenden Filterkuchen sind rein weiß und bestehen bei hinreichender Auswaschung aus fast reinem Monostrontiumzucker.

Die aus den Filterpressen entnommenen rein weißen Kuchen werden mit so viel Wasser eingemaischt, als zur Entstehung einer 20 prozentigen Zuckerlösung nötig ist und der Saccharatbrei darauf mit Kohlensäure behandelt. Man saturiert bis auf ein Alkalinität von 0,04—0,06 SrO. Das abgeschiedene Strontiumkarbonat wird durch Filterpressen entfernt und der Saft noch einmal bis zur völligen Ausfällung des Strontiums saturiert und abermals filtriert. Die weitere Behandlung des Saftes schließt sich ganz dem gewöhnlichen Betriebe an: der Saft wird als Dünnsaft über Knochenkohle filtriert, verdampft, der Dicksaft abermals filtriert und auf Füllmasse verarbeitet. Die außerordentliche Reinheit der Dicksäfte gestattet eine direkte Verarbeitung auf Konsumware.

In den Filterkuchen erhält man nur 75—80 pCt. des Zuckers, die übrigen 25—30 pCt. bleiben in den Abfalllaugen. Um diese Zuckermenge zu gewinnen, führt man sie nach dem Zusatze des noch erforderlichen Strontians in Bistrontiumsaccharat über. Nach dem Kochen setzt sich letzteres rasch ab, worauf die überstehende Flüssigkeit nach den Mutterlaugekrystallisiergefäßen abgelassen wird zur Gewinnung des gelösten Strontiums. Die zurückbleibende Krystallmasse wird, ohne daß man sie vorher auswäscht, mit soviel Melasse gemischt, als zur Ueberführung des Bisaccharates in das Monosaccharat nötig ist. Die entstandene Monosaccharatlösung wird dann wieder behandelt, wie angegeben.

Die bei der Darstellung von Bistrontiumzucker entfallende, nahezu oder völlig zuckerfreie Endlauge, welche noch 12—14 pCt. Strontium enthält, setzt nach dem Abkühlen noch etwa die Hälfte ihres Strontiangehaltes in Form brauner Krystalle ab, welche zur Darstellung des Bisaccharates Verwendung finden. Der noch in Lösung befindliche Strontian wird nach dem Zusatze von etwas kohlensaurem Natron zur Zersetzung der organisch-sauren Strontiansalze durch Kohlensäure ausgefällt. Die Trennung des ausgeschiedenen Strontiumkarbonats von der Nichtzuckerlauge erfolgt teils durch Absitzenlassen, teils durch Filterpressen. Die ausgewaschenen Preßkuchen werden mit dem vom Monosaccharat herrührenden Karbonat zu Ziegeln gepreßt und wieder zu Aetzstrontian gebrannt.

Die Endlaugen der verschiedenen Melasseentzuckerungsverfahren enthalten neben etwas Stickstoff hauptsächlich Kalisalze. Je nach der Konzentration werden die Laugen direkt oder eingedickt als Düngemittel auf die Rübenfelder gebracht, wodurch dem Boden das ihm durch die Rüben entzogene Kali und ein Teil des Stickstoffs zurückgegeben wird.

Wo die Laugen nicht zur Düngung verwendet werden können, entfernt man den Kalk mit Kohlensäure, verdampft die Flüssigkeit und calciniert den Rückstand, aus welchem man durch einen Raffinierprozeß ziemlich reine Potasche gewinnt.

Besteuerung.*)

Der inländische Rübenzucker unterliegt in Deutschland seit dem Jahre 1841 einer Steuer nach dem Gewichte der zur Bearbeitung gelangenden Rüben (Materialsteuer). Vom Jahre 1861 ab ist eine Vergütung der Steuer für den ins Ausland ausgeführten Zucker bewilligt worden. Die Vergütungsklassen und Vergütungssätze erfuhren eine durchgreifende Neuordnung durch das Zuckersteuergesetz vom 26. Juni 1869, welches bis zum Jahre 1883 unverändert in Kraft blieb. Einige Jahre nach dem Erlaß dieses Gesetzes begann eine Periode besonders schneller und bedeutsamer Fortschritte in der Züchtung zuckerreicher Rüben und der fabrikatorischen Ausnutzung des Rübenmaterials. Die Zuckerindustrie erzielte von da ab aus den Rüben durchschnittliche Zuckerausbeuten, welche über das der Regelung der Vergütungssätze zu Grunde gelegte Ausbeuteverhältnis immer mehr hinausgingen. Infolge dessen wurden der Industrie für den ausgeführten Zucker erheblich höhere Beträge vergütet als für die bei seiner Herstellung verarbeiteten Rüben an Steuer gezahlt worden waren. Dies machte sich für die Reichsfinanzen um so stärker fühlbar, je mehr die Produktion und damit auch die Ausfuhr von Rübenzucker wuchsen. Zugleich hatte das Sinken des durchschnittlichen Bedarfs an Rüben zur Herstellung einer Mengeneinheit Zucker andererseits die weitere Wirkung, daß die Einnahme an Materialsteuer von der zum inländischen Verbrauche gelangenden Zuckermenge sich fortgesetzt verringerte. Die Versuche, eine ausreichende Aufbesserung des Steuerertrages vom Zucker ausschließlich auf dem Boden der Materialsteuer durch eine Abminderung der Vergütungssätze oder durch eine solche in Verbindung mit einer Erhöhung des Steuersatzes der Rüben herbeizuführen, erwiesen sich als unwirksam. Mit dem Gesetze vom 9. Juli 1887 wurde der neue Weg eingeschlagen, neben der Materialsteuer und unter wesentlicher Herabsetzung derselben, sowie folgeweise der Vergütungssätze, eine Verbrauchsabgabe von dem in den freien Verkehr tretenden Zucker zu erheben. Mit Einführung dieses Gesetzes haben sich denn auch die Einnahmen des Reiches aus der Zuckersteuer wesentlich gehoben. Da sich jedoch in den letzten Jahren auch die Ausgaben des Reiches in hohem Grade vermehrt haben und mit Sicherheit ein weiteres Steigen des Ausgabe-Etats vorauszusehen ist, so erschien die Eröffnung ergiebigerer Einnahmequellen geboten. Zu diesem Zwecke ging man mit dem Reichsgesetze vom 31. Mai 1891 daran, die der Rübenzuckerindustrie bisher gewährten Steuervorteile zu beseitigen, und so die aus der Steuerbelastung des deutschen Zuckerverbrauchs fließenden Einnahmen ungeschmälert der Reichskasse zuzuwenden. Doch werden jene Steuervorteile der Industrie nicht plötzlich entzogen, sondern es ist in dem Gesetze billigerweise eine schonende Ueberleitung vorgesehen. Die vollen Mehrerträge des neuen Zuckersteuergesetzes werden daher erst nach einigen Jahren eintreten.

---

*) Vgl. Annalen des deutschen Reichs, 1891.

Die hauptsächlichsten Punkte des am 1. August 1892 in Kraft getretenen Gesetzes sind folgende:

1. Der inländische Rübenzucker unterliegt einer Verbrauchsabgabe, Zuckersteuer, — und zu deren Sicherung der Steuerkontrole.

Im Sinne dieses Gesetzes gilt als inländischer Rübenzucker aller im Inlande durch Bearbeitung von Rüben oder durch weitere Bearbeitung von Produkten, welche aus im Inlande bearbeiteten Rüben herstammen, gewonnene feste und flüssige Zucker, einschließlich der Rübensäfte, der Füllmassen und der Zuckerabläufe (Syrup, Melasse), und zwar ohne Rücksicht darauf, ob bei der Fabrikation eine Verwendung auch anderer zuckerhaltiger Stoffe oder Zucker stattgefunden hat. Unter der weitern Bearbeitung von Produkten aus Rüben ist insbesondere verstanden die Entzuckerung oder Raffination von Zuckerabläufen (Syrup, Melasse), die Raffination von Rohzucker, die Auflösung von festem Zucker, die Inversion.

2. Die Zuckersteuer beträgt 18 Mark von 100 kg Nettogewicht. Rübensäfte und Abläufe der Zuckerfabrikation sind der Zuckersteuer nicht unterworfen.

3. Die Zuckersteuer ist zu entrichten, sobald der Zucker aus der Steuerkontrole in den freien Verkehr tritt. Zur Entrichtung ist derjenige verpflichtet, welcher den Zucker zur freien Verfügung erhält.

4. Zucker, welcher unter Steuerkontrole ausgeführt wird, ist von der Erhebung der Zuckersteuer befreit.

Bei der Ausfuhr von Zucker aus dem freien Verkehr findet eine Vergütung der Zuckersteuer nicht statt.

Nach näherer Bestimmung des Bundesrates kann inländischer Rübenzucker zur Viehfütterung oder zur Herstellung von anderen Fabrikaten als Verzehrungsgegenständen steuerfrei abgelassen werden. Solcher Zucker muß in der Regel vor der steuerfreien Verabfolgung unter amtlicher Aufsicht zum menschlichen Genusse unbrauchbar gemacht (denaturiert) werden.

5. (Uebergangsbestimmungen § 67). Für die vor dem 1. August 1892 hergestellten Zucker der nachbenannten Klassen:

a. Rohzucker von mindestens 90 pCt. Zuckergehalt und raffinierter Zucker von unter 98, aber mindestens 90 pCt. Zuckergehalt,

b. Kandis und Zucker in weißen, vollen und harten Broten, Blöcken, Platten, Stangen oder Würfeln oder in Gegenwart der Steuerbehörde zerkleinert; sogenannte Krystalls und andere weiße, harte, durchscheinende Zucker in Krystallform von mindestens 99½ pCt. Zuckergehalt,

c. alle übrigen harten Zucker, sowie alle weißen, trockenen (nicht über 1 pCt. Wasser enthaltenden) Zucker in Krystall-, Krümel- und Mehlform von mindestens 98 pCt. Zuckergehalt, soweit dieselben nicht in die Klasse b gehören,

wird im Falle der Ausfuhr oder der Niederlegung in einer öffentlichen Niederlage oder in einer Privatniederlage unter amtlichem Mitverschlusse in einer Menge von mindestens 500 kg die Materialsteuervergütung nach den Sätzen von

zu Klasse	a	8,50 Mk.
„ „	b	10,65 „
„ „	c	10,00 „

für 100 kg gewährt, wenn der Zucker bis zum 31. Oktober 1892, diesen Tag einschließlich, zur Abfertigung gestellt und die Identität vom 1. August 1892 ab bis zur Ausfuhr oder Niederlegung amtlich festgehalten worden ist.

6. (Uebergangsbestimmungen § 68). Auf die Dauer einer Uebergangsperiode vom 1. August 1892 bis 31. Juli 1897 werden für ausgeführten oder in einer öffentlichen Niederlage oder einer Privatniederlage unter amtlichem Mitverschluß aufgenommenen Zucker der im § 67 Absatz 1 unter a, b, c bezeichneten Arten, wenn die abgefertigte Zuckermenge mindestens 500 kg beträgt und soweit nicht der Zucker die im § 67 vorgesehene Materialsteuervergütung erhält, Zuschüsse aus dem Ertrage der Zuckersteuer gewährt.

Die Zuschüsse betragen:

1. Für Zucker, welcher während der drei Jahre vom 1. August 1892 bis 31. Juli 1895 zur Abfertigung gestellt worden ist:

in Klasse a . . . . 1,25 Mk.,
" " b . . . . 2,00 "
" " c . . . . 1,65 "

2. für Zucker, welcher während der zwei Jahre vom 1. August 1895 bis 31. Juli 1897 zur Abfertigung gestellt worden ist:

in Klasse a . . . . 1,00 Mk.,
" " b . . . . 1,75 "
" " c . . . . 1,40 "

auf 100 kg.

Wird Zucker aus der Niederlage in den freien Verkehr oder in einer Zuckerfabrik entnommen, so ist der darauf gewährte Zuschuß zurückzuzahlen. Der niedergelegte Zucker haftet der Steuerbehörde ohne Rücksicht auf die Rechte Dritter für den Betrag des gewährten Zuschusses.

7. Eingangszoll von Zucker. Vom 1. August 1892 ab ist für festen und flüssigen Zucker jeder Art ein Eingangszoll von 36 Mk. für 100 kg zu entrichten. Unter Zucker sind auch Rübensäfte, Füllmassen und Zuckerabläufe (Syrup, Melasse) verstanden.

Geht ausländischer Zucker unter Steuerkontrole zur weiteren Bearbeitung in eine Zuckerfabrik, so kann die Steuerbehörde gestatten, daß der Eingangszoll zunächst nur in dem nach Abzug der Zuckersteuer von 18 Mk. für 100 kg sich ergebenden Betrage, also zu dem Satze von 18 Mk. für 100 kg erhoben und des weiteren der Zucker als unversteuerter inländischer Rübenzucker behandelt wird.

8. Dem Fabrikinhaber obliegen zwecks der Kontrole eine Reihe von Einrichtungen und Anzeigen. (§ 8—23.)

Die Zuckerfabriken müssen baulich so eingerichtet sein, daß eine gegen die heimliche Wegbringung von Zucker sichernde amtliche Bewachung derselben ohne Schwierigkeit stattfinden, die Steuerbehörde auch den Gang der Fabrikation und den Verbleib der Fabrikate innerhalb der Fabrik verfolgen kann.

9. Die Zuckerfabriken unterliegen der unausgesetzten Bewachung bei Tag und Nacht durch Steuerbeamte, so lange ein Betrieb stattfindet, auch während ruhenden Betriebes nach Bestimmung der Steuerbehörde.

10. Wer es unternimmt

a. die Zuckersteuer zu hintergehen oder

b. eine Vergütung der Zuckersteuer oder einen Zuschuß zu erlangen, welche überhaupt nicht oder nur für eine geringere Zuckermenge oder zu einem niedrigeren Satze zu beanspruchen waren, oder

c. die Rückzahlung einer Vergütung der Zuckersteuer oder eines Zuschusses zu umgehen,

macht sich einer Defraudation der Zuckersteuer schuldig.

Die Defraudation wird mit Geldstrafen bis zu 10 000 Mk. oder Freiheitsstrafe bis zu 2 Jahren geahndet.

Rübenzuckerproduktion im Deutschen Reiche im Betriebsjahre 1889/90.

Verwaltungsbezirke	Zahl der in Betrieb gewesenen Fabriken	In der Campagne 1889/90 verarbeitete Rüben	Aus den versteuerten Rüben sind gewonnen an Füllmasse netto	Aus der Füllmasse sind erzielt: Rohzucker aller Produkte	Saftmelis	Melasse	Der Saftmelis mit 100 zu 125 auf Rohzucker aller Produkte reduziert ergiebt	Zusammen Rohzucker aller Produkte
		100 kg	100 kg	100 kg	100 kg	100 kg	100 kg	100 kg
I. Preußen.								
1. Ostpreußen	3	350 580	51 417	31 567	9 564	9 830	11 955	43 522
2. Westpreußen	19	4 822 434	689 326	532 790	18 986	113 531	23 732	556 522
3. Brandenburg	14	2 276 463	330 765	245 250	20 339	52 052	25 423	270 673
4. Pommern	8	2 027 974	290 954	241 640	32	45 281	40	241 680
5. Posen	16	5 884 775	882 287	705 310	38 415	97 679	48 019	753 329
6. Schlesien	58	13 161 514	1 962 114	1 410 919	141 525	311 386	176 906	1 587 825
7. Sachsen	125	31 823 244	4 864 539	3 963 926	7 094	815 362	8 867	3 972 793
dazu die Fürstl. Schwarzb. Unterh.	3	600 833	83 146	68 657	—	16 601	—	68 657
8. Schleswig-Holstein . . .	5	630 632	88 994	73 197	100	13 938	125	73 322
9. Hannover	44	10 270 210	1 563 709	1 293 380	180	267 835	225	1 293 605
10. Westfalen	5	1 234 737	177 651	143 295	148	34 605	185	143 480
11. Hessen-Nassau	4	840 080	124 066	89 747	5 864	27 819	7 330	97 077
12. Rheinland	11	4 165 212	632 138	504 330	140	110 940	175	504 505
Zusammen	315	78 098 688	11 741 106	9 304 008	242 387	1 916 859	302 982	9 606 990
II. Bayern	1	230 370	36 895	30 714	—	6 240	—	30 714
III. Sachsen	3	802 040	113 981	71 304	22 579	21 132	28 224	99 528
IV. Württemberg	5	814 290	120 661	93 856	—	24 674	—	93 856
V. Baden	1	306 060	45 640	36 730	—	8 000	—	36 730
VI. Hessen	3	808 969	124 171	100 732	—	24 351	—	100 732
VII Mecklenburg	6	2 142 559	316 659	267 157	28	42 100	35	267 192
VIII. Thüringen (einschließlich Allstedt und Oldisleben) . .	5	1 348 457	209 898	168 992	—	31 985	—	168 992
IX. Braunschweig	32	6 879 500	1 052 636	873 068	—	170 080	—	873 068
X. Anhalt	30	6 795 419	1 033 704	859 090	—	162 545	—	859 090
Ueberhaupt	401	98 226 352	14 795 351	11 805 651	264 994	2 407 966	331 241	12 136 892

Die Betriebsergebnisse gestalteten sich durchschnittlich folgendermaßen:

Rüben geerntet pro Hektar	329 MC.
Rüben in zwölfstündiger Arbeitszeit verarbeitet	1285 MC.

Aus 100 kg versteuerter Rüben wurden gewonnen:

a. Füllmasse	15,06 kg
b. Rohzucker aller Produkte	12,36 „
c. Melasse	2,45 „

Den verwendeten Rüben gegenüber betrug der Prozentsatz an Rückständen und Rübenabschnitten . . . . . 51,69 pCt.

Aus 100 kg Füllmasse wurden erzielt:

a. Rohzucker aller Produkte	82,03 kg
b. Melasse	16,28 „

Zu 100 kg Rübenzucker sind an Rüben erfordert . . 8,09 MC.

Die Ein- und Ausfuhr von Zucker im Betriebsjahre 1889/90 betrug:

Einfuhr:	16 334 MC	raffinierter Zucker aller Art,
	21 091 „	Rohzucker,
	25 480 „	Syrup.
Ausfuhr:	7 191 205 „	Zucker,
	9 239 „	Syrup,
	161 210 „	Melasse.

Ertrag der Zuckersteuer und des Eingangszolles:

Nettoeinnahme aus der Materialsteuer (Rübensteuer)	16 665 450 Mk.
Materialsteuer für Zucker aus Niederlagen (zurückbezahlte Steuervergütung)	9 211 362 „
Nettoeinnahme an Verbrauchsabgabe	53 172 981 „
Einnahme an Eingangszoll	1 509 570 „
Gesamtertrag der Zuckerabgaben	80 559 363 Mk.

Anlage einer Zuckerfabrik

zur täglichen Verarbeitung von 400 000 kg.

Tafel I. Grundriß,
Tafel II. Querschnitte

befinden sich am Schluß des Buches.

Vierter Abschnitt.

Gärung und Fermentwirkung.

Die mannigfaltigen Verhältnisse der Gärung und Fermentwirkung, jener Vorgänge, welche für die Spiritusfabrikation und die Bierbrauerei eine ausschlaggebende Bedeutung besitzen, rechtfertigen es, wenn wir denselben in unserer Darstellung einen besonderen Abschnitt einräumen und diesen der Besprechung jener Industriezweige vorausschicken.

Unter Gärung und Fermentwirkung versteht man eine Reihe höchst charakteristischer Vorgänge, bei welchen ein in sehr geringer Menge vorhandenes Agens im Stande ist, große Mengen organischer Substanz zu zerlegen oder umzuwandeln. Ursprünglich machte man keinen Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen von Erscheinungen. Man nahm für beide ein Agens von ähnlicher Beschaffenheit an, welches man als Ferment*) bezeichnete. Gegenwärtig wissen wir, daß es sehr verschiedenartige Fermente giebt. Teils sind es einfachst organisierte Lebewesen, teils chemische, den Eiweißkörpern verwandte Stoffe, welche bei fermentativen Vorgängen eine Rolle spielen. Man unterscheidet die ersteren als organisierte Fermente oder Fermentorganismen, die letzteren als chemische Fermente oder Enzyme.

Unter dem Begriffe Gärung fassen wir nunmehr lediglich jene Stoffumwandlungen zusammen, welche durch die Lebensthätigkeit von Mikroorganismen zu Stande kommen.

Als Fermentwirkungen im engeren Sinne betrachten wir jene Vorgänge, welche durch die Einwirkung der chemischen Fermente oder Enzyme veranlaßt werden.

Bei jeder Gärung hat man zu unterscheiden:

1. Den Gärungserreger.

2. Das Gärungssubstrat, jene Substanz, welche durch die Lebensthätigkeit des Gärungserregers der Zersetzung anheimfällt.

3. Die Gärungsprodukte.

---

*) Fermentum (st. fervimentum) von fervere brausen, weil die durch das Ferment hervorgerufene Erscheinung (Gärung) von einem Brausen und Blasenwerfen begleitet ist.

Als Gärungserreger können Sproßpilze, Schimmelpilze und Spaltpilze auftreten.

Als Gärungssubstrate dienen vorzugsweise Kohlenhydrate und Eiweißkörper.

Gärungsprodukte sind Aethylalkohol, Essigsäure, Milchsäure, Buttersäure, Kohlensäure, Ammoniak u. a. Stoffe.

Nach den Hauptprodukten bezeichnet man die Gärungen auch als Alkoholgärung, Essigsäure-, Milchsäuregärung u. s. w.

In technischer Beziehung von der größten Bedeutung ist die Alkoholgärung. Sie bildet die Grundlage der Gärungsgewerbe, der Spiritusfabrikation, der Bierbrauerei und der Weinbereitung.

Wir werden daher zunächst die Alkoholgärung näher betrachten und von den übrigen Gärungen nur jene kurz besprechen, welche zur Praxis der Alkoholgärung in irgend welcher Beziehung stehen.

Die Alkoholgärung.

Substrat der Alkoholgärung sind die Zuckerarten. Unter diesen sind von technischer Bedeutung hauptsächlich die Maltose, der Zucker der Bier- und Branntweinmaische, und der Rohrzucker (Invertzucker), der Zucker der Melasse, der Zuckerrübe und der süßen Früchte.

Als Erreger der Alkoholgärung können sowohl Spaltpilze als auch Schimmelpilze und Sproßpilze auftreten. Nur gewisse Arten der letzteren jedoch, welche man unter der Bezeichnung Hefe zusammenfaßt, kommen für die Alkoholproduktion im großen in Betracht.

Bei reinen, durch Hefepilze verursachten Gärungen treten als Hauptprodukte Aethylalkohol und Kohlensäure auf und daneben in geringer Menge Bernsteinsäure und Glyzerin.

Die Zuckerspaltung bei der Gärung läßt sich durch folgende Gleichungen darstellen:

$$C_6 H_{12} O_6 = 2\ C_2 H_6 O + 2\ CO_2$$

$$C_{12} H_{12} O_{11} + H_2 O = 4\ C_2 H_6 O + 4\ CO_2.$$

Danach würden 100 Teile Dextrose 51,11 pCt. Alkohol und 48,89 pCt. Kohlensäure, 100 Teile Maltose oder Rohrzucker 53,80 pCt. Alkohol und 51,46 pCt. Kohlensäure liefern. Da, wie bereits erwähnt, als regelmäßige Gärungsprodukte noch Bernsteinsäure und Glyzerin auftreten und außerdem etwa 1 pCt. des Zuckers zur Vermehrung der Hefesubstanz verwendet wird, so stellt sich in Wirklichkeit die Alkoholausbeute geringer, als sie jenen Gleichungen entsprechen würde.

Nach Jodlbauer lieferten bei der alkoholischen Gärung:

Rohrzucker	51,11 pCt. Alkohol,	49,03 pCt. Kohlensäure,
Maltose (wasserfrei) . .	51,08 „ „	49,04 „ „
Dextrose „ . . .	48,67 „ „	46,54 „ „

Die beim Rohrzucker gefundenen Zahlen stimmen mit den von Pasteur ermittelten überein.

Die Hefe. Das Mittel, mit welchem man in der Praxis der Gärungsgewerbe den Zucker in Alkohol umwandelt, die Hefe, besteht aus den Zellen zur Familie der Saccharomyceten gehöriger Pilze.

Die Hefezelle ist von kugeliger, ovaler oder langgestreckter Form und von einer Membran umgeben. In ihrem Innern bemerkt man einen Kern, eine oder mehrere Vakuolen, je nach dem Alter größere oder kleinere Fetttröpfchen und kleine Körnchen, anscheinend eiweißartiger Natur. Die Vakuolen bestehen aus Zellsafttropfen. Man hielt diese früher für Hohlräume, daher jene Bezeichnung. Die Vakuolen sind am größten in alten Zellen, welche schon mehrfach gesproßt haben, in den jüngsten fehlen sie ganz.

In Zuckerlösungen, welche als Nährstoffe dienende stickstoffhaltige Substanzen und Mineralstoffe enthalten, bildet die Hefe Sproßmycelien (Fig. 133). Die Sprossung geht in der Weise vor sich, daß sich an seitlich oder polar liegenden Stellen einer Zelle Ausstülpungen bilden, die sich zu rundlichen oder verlängerten Zellen vergrößern und schließlich durch eine Querwand gegen die Mutterzelle abschließen.

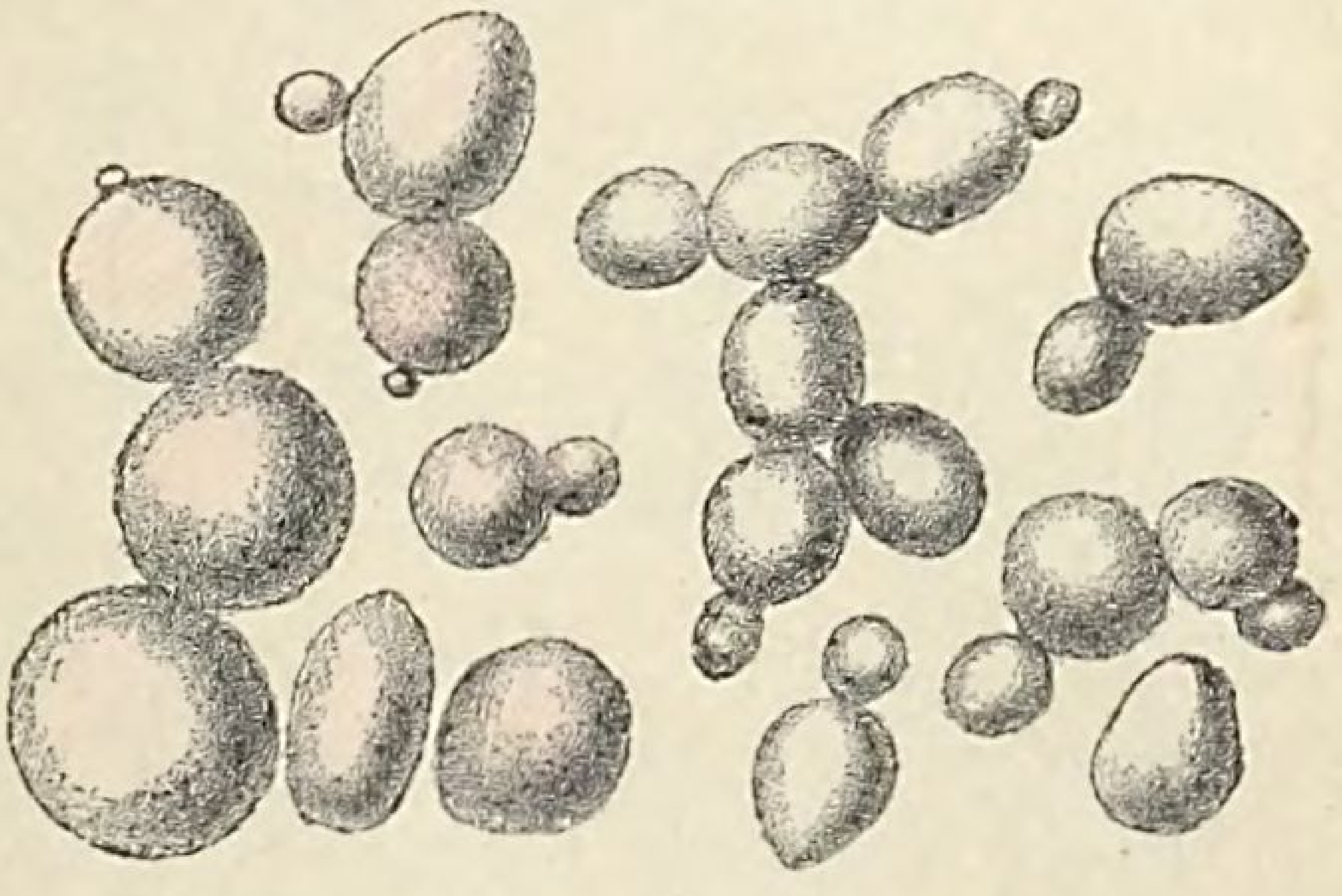


Fig. 133. Vergr. 1000 fach. Sprossende Hefe nach Hansen.

Die Sproßzellen können indessen, so lange sie noch mit der Mutterzelle in Verbindung stehen, sofort wieder Sprossen treiben, so daß Sproßverbände oder Sproßmycelien mit Sproßzellen erster, zweiter, dritter Ordnung u. s. w. entstehen. Ueber ein gewisses Maß kommen diese Mycelien jedoch nicht hinaus, da die lediglich durch eine ganz schmale Scheidewand voneinander getrennten Elemente leicht außer Verband treten, um dann unter geeigneten Bedingungen wieder auszusprossen.

Als eine der geeignetsten Nährlösungen für die Kultur der Hefe erscheint die Bierwürze.

Neben der Sproßmycelform vermögen die Saccharomyceten in der sogenannten Kahmhaut auch typisch gegliederte Mycelien zu bilden (s. Fig. 138). Nach Hansen, welcher zuerst diese Erscheinung nachgewiesen, tritt die Kahmhautbildung ein, wenn man die Kulturen eines Saccharomyces in Bierwürze bei Zimmertemperatur kürzere oder längere Zeit ruhig stehen läßt. Allmählich erscheinen dann sowohl am oberen Rande der Flüssigkeit als auch an der Oberfläche derselben kleine Hefenflecke, welche sich zu ziemlich großen Inseln entwickeln. Nach mehreren Wochen erscheint die Oberfläche mehr oder minder vollständig mit einer dicken Haut bedeckt und von einem dicken Hefering umgeben. Beide besitzen eine mehr oder weniger schleimige Beschaffenheit. Die Zellen der Kahmhaut zeigen meist eine Streckung, welche zuweilen sehr bedeutend sein kann.

Die echten Saccharomyceten besitzen die Fähigkeit, endogene Sporen zu bilden. Die erste Mitteilung über die Endosporen der Hefezellen rührt bereits von Schwann (1839) her. J. de Seynes gab eine genaue Beschreibung derselben 1868. Reeß (1880) wies deren Vorkommen bei mehreren Arten nach. E. Chr. Hansen (1883—1890) stellte zuerst die Bedingungen fest, unter denen die Sporenbildung eintritt.

Nach Hansen sind:

1. Nur junge, kräftige Zellen befähigt, Sporen zu bilden.

2. Ist reichlicher Luftzutritt zu den auf einer feuchten Unterlage ausgesäten Zellen erforderlich.

3. Liegt für die meisten der untersuchten Arten die günstigste Temperatur in der Nähe von 25° C.

Ausnahmsweise bilden einige Saccharomyceten auch in gärenden Nährlösungen Sporen.

Bei der Fruktifikation erzeugt jede Zelle in ihrem Innern 1—10, gewöhnlich nur 1—4 oder selbst nur 1—2 Sporen (Fig. 134).

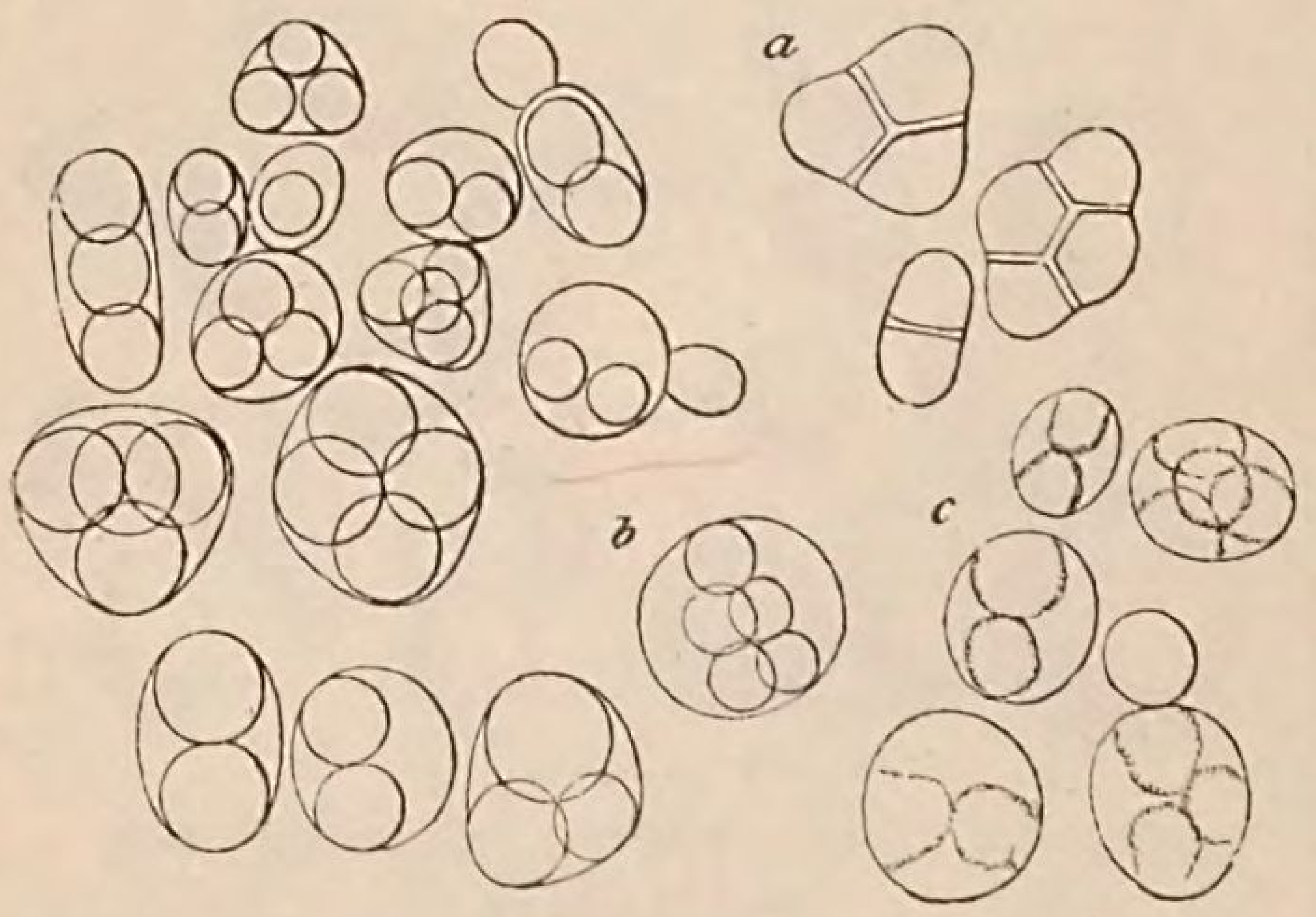


Fig. 134. Sacch. Cerevisiae I. mit Askosporen nach Hansen.
a. Zellen mit Scheidewandbildung.
b. Zellen mit abnorm vielen Sporen.
c. Zellen mit deutlichen Anlagen zur Sporenbildung.

Die Zelle, in welcher die Sporenbildung stattfindet, hat man als Ascus (Schlauch) bezeichnet, die Sporen heißen darnach Askosporen. Die letzteren sind bei den Saccharomyceten kugelig oder ellipsoidisch.

Die jungen Sporen erscheinen als zart umschriebene runde homogene, protoplasmatische Körper innerhalb des Protoplasmas der Mutterzelle. Allmählich bilden sie eine zarte Membran und nehmen sie an Volumen zu. Diese Volumenzunahme führt zuweilen zu einer Scheidewandbildung, indem die angeschwollenen Sporen sich auf der einen Seite dicht gegen die Wand der Mutterzelle legen, andererseits gegeneinander einen Druck ausüben, so daß ihre Wände sich nahe berühren. Bisweilen werden die Scheidewände von den Resten des Protoplasmas der Mutterzelle gebildet, welche zwischen die Sporen gepreßt werden. In manchen Fällen findet eine wirkliche Verwachsung der Membranen statt.

In Nährlösungen keimen die Sporen, indem sie zunächst stark anschwellen und darauf Knospen bilden wie die vegetativen Zellen. Die Membran der Mutterzelle, welche anfangs ziemlich dick und elastisch ist, dehnt sich während der Keimung sehr stark und wird infolge dessen immer dünner. Sobald die Sprossung der Sporen beginnt, zerreißt sie oder löst sich allmählich auf. Die zerissenen Membranen erscheinen als dünne, faltige und runzelige Häute, welche die Sporen teilweise schleierartig bedecken. Die Sporen können auf jeglichem Punkte der Oberfläche und manchmal sogar während sie sich noch in der Mutterzelle befinden, Knospen bilden. (Hansen.)

Man unterscheidet Kulturhefen und wilde Hefen. Nur die letzteren kommen in der Natur vor. Die Kulturhefen sind wahrscheinlich durch Jahrhunderte lange Kultur aus den wilden Hefen hervorgegangen. Ihre wilden Stammformen sind jedoch nicht bekannt.

Die Kulturhefe bezeichnete man nach der Art ihrer haupsächlichsten Verwendung zur Bierbereitung als Saccharomyces cerevisiae.

In der Bierbrauerei unterscheidet man wesentlich zwei Gärverfahren, das der Obergärung und das der Untergärung. Die Obergärung geht bei 13—18° C vor sich. Sie ist charakterisiert durch raschen und stürmischen Verlauf und durch Ansammlung der Hefe an der Oberfläche (Oberhefe). Die Untergärung verläuft bei Temperaturen von 5—10° C und dementsprechend langsamer. Die Hefe setzt sich dabei als Bodensatz ab (Unterhefe). Auf die Unterscheidung in Ober- und Unterhefe beschränkte sich früher die Kenntnis von den Kulturhefearten und selbst dieser Unterschied wurde dann und wann bestritten.

Erst durch E. Chr. Hansen (1883) wurde der Nachweis geliefert, daß es mehrere Spezies und Rassen von Kulturhefen giebt, welche ein verschiedenes Verhalten bei der Gärung aufweisen; ferner, daß die Kulturhefe gelegentlich auch durch wilde Hefe verunreinigt sein kann, und daß die gewöhnlichsten und gefährlichsten Krankheiten im untergärigen Biere eben durch solche Hefen und nicht von Bakterien verursacht werden.

Zu diesem für die Praxis wie für die Wissenschaft gleich bedeutungsvollen Ergebnis gelangte Hansen auf dem Wege des von ihm begründeten Verfahrens der Hefereinzucht und der Analyse der Hefe.

Früher glaubte man nach Form, Größe, Bau der vegetierenden Zellen verschiedene Hefearten unterscheiden zu können. Hansen hat dagegen gezeigt, daß diese Merkmale nicht ausreichen, daß vielmehr die physiologischen Verhältnisse, welche in der Askosporenbildung, der Hautbildung, dem Verhalten gegen verschiedene Zuckerarten sich zu erkennen geben, zur Unterscheidung der Hefearten heranzuziehen sind.

Reinkultur der Hefe. Um Hefe rein zu züchten, geht man nach Hansen von einer einzigen Zelle aus.

Das Verfahren*) gestaltet sich — kurz skizziert — folgendermaßen:

Eine kleine Menge Hefe — bestehend aus jungen, kräftig vegetierenden Zellen — wird in einem Kölbchen mit sterilisiertem Wasser gemischt, sodaß eine leichte Trübung in der Flüssigkeit wahrzunehmen ist.

Durch eine mikroskopische Prüfung überzeugt man sich von dem richtigen Grade der Verdünnung.

Von der hefehaltigen Flüssigkeit bringt man einen Tropfen in verflüssigte Würzegelatine (Bierwürze mit einem Zusatz von 5 pCt. Gelatine). Die Gelatine bewirkt, daß die Würze bei gewöhnlicher Temperatur erstarrt. Hierdurch werden die Hefezellen an der Stelle, an welcher sie sich beim Erstarren befinden, festgehalten, so daß man sie jederzeit an der gleichen Stelle wieder auffinden kann. Nachdem man die Hefezellen in der Würzegelatine durch Schütteln oder Umrühren mit einem Glasstäbchen sorgfältig verteilt hat, breitet man einen Tropfen auf einem Deckglase in dünner Schicht aus. Letzteres legt man, nachdem die Schicht fest geworden, mit dieser nach abwärts auf einen etwa 8 mm hohen Glasring, welcher auf einem Objektträger festgekittet ist. In den Raum innerhalb des Ringes bringt man einen Tropfen sterilisierten Wassers und dichtet Ring und Deckglas durch Vaselin ab.

---

*) Vgl. Zeitschrift für das gesamt. Brauwesen 1886 S. 270.

Dieses kleine System — bestehend aus Objektträger, Glasring und Deckglas — heißt feuchte Kammer (Fig. 135).

Die feuchte Kammer bringt man unter das Mikroskop und sucht die Gelatineschicht nach einzeln liegenden Hefezellen ab. Diese werden markiert, so daß sie jederzeit wieder leicht aufzufinden sind.

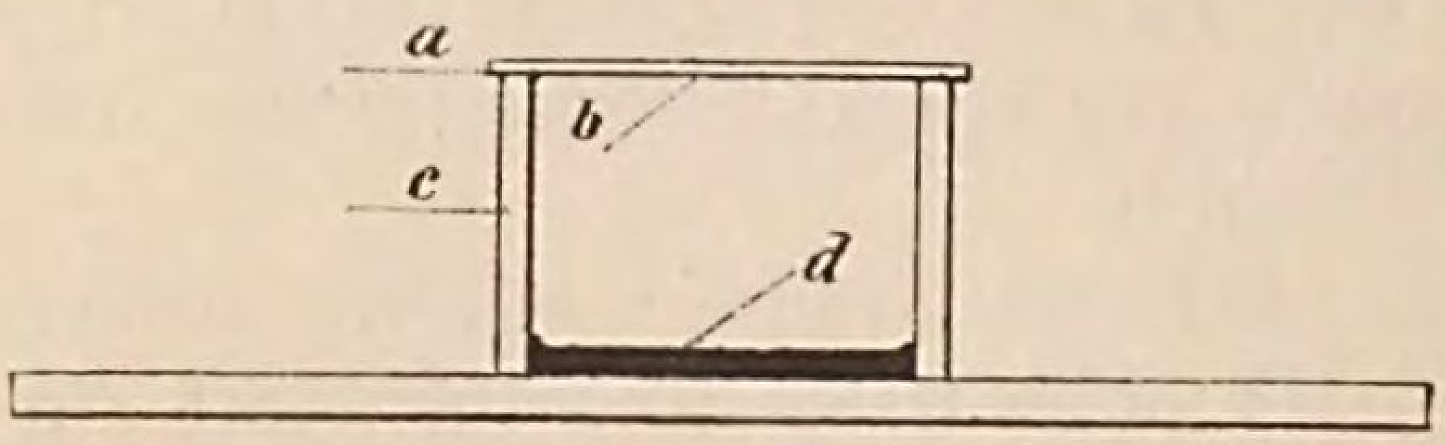


Fig. 135. Böttchers feuchte Kammer.
a. Deckgläschen, b. Würzegelatineschicht, c. Wasser.

Nach zwei bis drei Tagen haben sich bei Zimmertemperatur aus den einzelnen Hefezellen Kolonien entwickelt, welche nun als graue Flecken mit freiem Auge sichtbar sind.

Von diesen wird nun mittels eines Stückchen Platindrahtes etwas Hefe in sterilisierte Bierwürze übertragen, welche sich in einem zweihalsigen (Pasteur'schen) Kolben (Fig. 136) von $^1/_8$ Liter Inhalt befindet, und zwar wendet man für die Reinkultur einer einzigen Art 4—5 Kolben an.

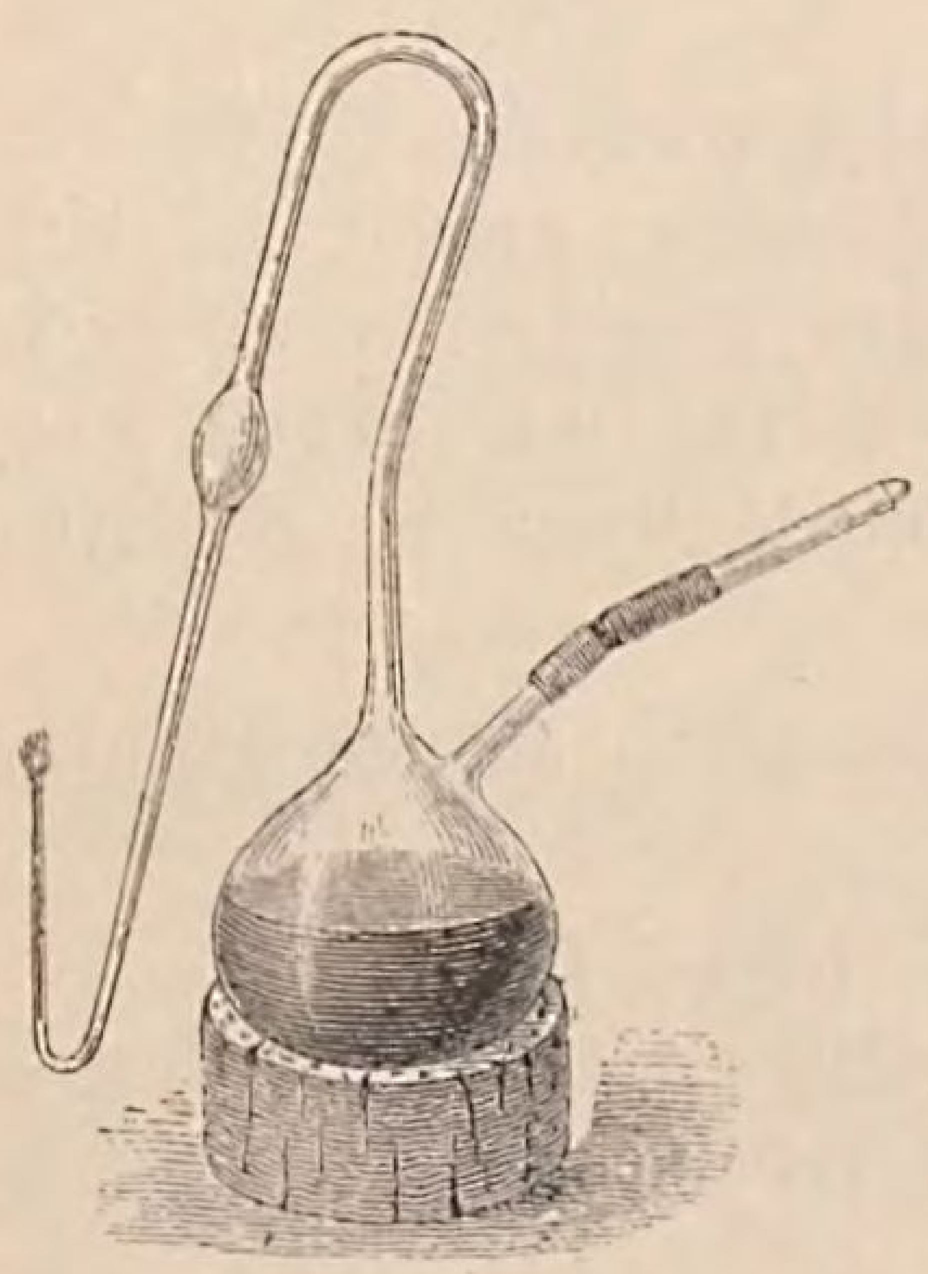


Fig. 136. Pasteursches Kölbchen.

In der Würze vermehrt sich nun die Hefe nach Maßgabe der vorhandenen Nährstoffe und bildet schon nach wenigen Tagen einen reichlichen Bodensatz.

Bei sorgfältiger und tadelloser Arbeit enthält nun jeder Kolben eine Reinkultur.

Die Hefe ist nun zunächst zu analysieren.

Hat man sich über Art und Beschaffenheit der Hefe unterrichtet und soll dieselbe für die Zwecke der Praxis weiter vermehrt werden, so überträgt man die Hefe aus den kleinen Pasteur'schen Kolben in solche mit etwa 1 Liter Würze, und die hier gebildete Hefe auf kupferne Gefäße, welche nach dem Prinzipe der Pasteurschen Kolben gebaut sind und 10 Liter fassen.

Die weitere Vermehrung geschieht im praktischen Betriebe, im Gärkeller. (S. Bierbrauerei.)

Bisher hat sich die Hefereinzucht im großen lediglich in der Bierbrauerei eingebürgert.

Für die Spiritusfabrikation hat dieselbe, soweit unsere deutschen Verhältnisse in Betracht kommen, vorläufig noch keine praktische Bedeutung gewonnen. Es steht jedoch zu erwarten, daß dieselbe auch hier, und insbesondere durch das thatkräftige Vorgehen der unter Prof. Delbrück's Leitung stehenden Versuchsstation des Vereins deutscher Spiritusfabrikanten in nicht zu ferner Zeit Eingang finden und zur Vervollkommnung des Betriebes beitragen wird.*)

Charakteristik der Hefearten. Zur Charakteristik und Unterscheidung der Hefearten reichen, wie bereits erwähnt, die morphologischen Merkmale nicht aus.

*) Inzwischen ist die Reinhefe bereits mit Erfolg in die Spiritusfabrikation eingeführt worden, so daß sich Prof. Delbrück zu dem Ausspruche veranlaßt sah: „Kein geordneter Betrieb sollte ohne Reinhefe arbeiten". Z. f. Spiritusindustrie 1892 S. 362.

Man wird zwar einzelne Hefearten, wenn man es mit Reinkulturen zu thun hat, nach dem Gesamteindruck des mikroskopischen Bildes unterscheiden können, z. B. den von Hansen zuerst reingezüchteten Saccharomyces cerevisiae I von den Pastorianus-Arten. Die Zellen der letzteren haben im allgemeinen eine mehr gestreckte Form, doch kommen auch kugelige und eiförmige Gestalten vor, so daß es unmöglich ist, in einem Gemische jener Saccharomyceten die zu der einen oder anderen Art gehörigen Zellen auseinander zu halten.

Als das wichtigste Hilfsmittel zur Unterscheidung der Hefearten erscheint die Askosporenbildung. Indem Hansen diese Verhältnisse eingehend untersuchte, konnte er auf die von ihm ermittelten Thatsachen eine Methode gründen zur raschen und sicheren Unterscheidung der Kulturhefen von den wilden Hefen. Er schuf so ein Verfahren zur Hefenanalyse, welches für die Praxis die größte Bedeutung besitzt. Hansen fand, daß unter geeigneten Bedingungen die wilden Hefen weit rascher Sporen bilden als die Kulturhefen. Holm — Hansen's Schüler — zeigte dann, daß mit jener Methode die Gegenwart wilder Hefe noch festgestellt werden kann, wenn die Menge derselben $^1/_{200}$ der Gesamthefemasse ausmache, ein Ergebnis, welches für die praktische Anwendung des Verfahrens als völlig befriedigend anzusehen ist.

Zur Untersuchung der Hefe auf Sporenbildung bringt man kräftige, junge Zellen, welche man 24 Stunden in Würze kultivierte, auf kleine, sterilisierte Gypsblöcke. Diese befinden sich in zur Hälfte mit Wasser gefüllten, bedeckten Glasdosen. So vorbereitet setzt man die Hefe einer konstanten Temperatur von 25° oder 15° C aus. Für die meisten Unterhefearten ist erstere, bei vielen Oberhefearten letztere Temperatur anzuwenden, um einen genügend großen Abstand in der Zeitdauer der Sporenbildung zwischen Kulturhefe und wilde Hefe eintreten zu lassen. Nach 40 Stunden kann man die Untersuchung der Hefe auf Sporen vornehmen. Ist keine Sporenbildung eingetreten, so ist keine wilde Hefe vorhanden.

Ein wichtiges Hilfsmittel für die praktische Hefenanalyse bietet auch die von Hansen entdeckte Verschiedenheit im Baue der Sporen von Kulturhefen und wilden Hefen dar. Die Sporen der wilden Hefen sind gewöhnlich kleiner als bei der Kulturhefe, sie sind klar und gleichartig in ihrem Inhalt, und oft stark lichtbrechend. Die Wand der Spore ist undeutlich. Bei der Kulturhefe ist der Inhalt weniger klar. Oft finden sich im Plasma Körner mit starker Lichtbrechung und zugleich unregelmäßige Safträume. Die Wand der Spore ist gewöhnlich deutlich vom Inhalt derselben zu unterscheiden.

Zur Charakteristik der Hefearten dienen nach Hansen die Grenztemperaturen, das ist die höchste und die niedrigste Temperatur, bei welcher noch Sporenbildung eintritt, und die dazwischen liegenden Temperatur- und Zeitverhältnisse für den Eintritt derselben. Bemerkenswert ist auch die Optimumstemperatur, bei welcher die Sporen sich in der kürzesten Zeit bilden. Hierin, insbesondere in Bezug auf die Grenztemperaturen verhalten sich die verschiedenen Hefearten verschieden.

Weiter dient zur Charakteristik der Hefen, wie bereits erwähnt, die Hautbildung, und zwar kommen hierbei folgende Momente in Betracht:

1. die Temperaturgrenzen für die Bildung der Häute,
2. die Zeit bis zum Auftreten derselben,
3. das mikroskopische Aussehen der Vegetationen.

Auch bei der Kultur auf festem Nährboden (Würzegelatine, Hefewassergelatine) zeigen verschiedene Hefearten charakteristische Unterschiede.

Ueber Unterschiede im Verhalten verschiedener Kulturhefen bei ihrer Verwendung im praktischen Betriebe liegen gegenwärtig lediglich auf dem Gebiete der Bierbrauerei ausgedehnte Beobachtungen vor.

Jörgensen*) giebt folgende Gruppierung der verschiedenen, in seinem und in Hansen's Laboratorium untersuchten unter- und obergärigen Rassen mit Bezug auf ihr Verhalten in der Praxis:

A. Untergärige Rassen.

1. Sehr schnell klärende und niedrig vergärende im Bottich; stark schaumhaltendes Bier. Dieses ist bei längerer Aufbewahrung nicht haltbar gegen Hefetrübung. Solche Rassen eignen sich nur für Faßbiere (Schenkbiere).

2. Ziemlich schnell klärende und nicht stark attenuierende; Bier stark schaumhaltend; hohe Kräusen. Diese Hefe liegt sehr fest im Bottiche. Das Bier ist nicht besonders haltbar gegen Hefentrübung. Eignen sich für Faß- und zum Teil für Lager-Biere.

3. Langsam klärende und stärker attenuierende Rassen; das Bier hat einen feinen Geschmack und Geruch. Die Hefe liegt weniger fest im Bottiche. Das Bier ist gegen Hefetrübung sehr haltbar. Für Lagerbiere und Exportbiere, wenn solche nicht pasteurisiert oder mit Antisepticis behandelt werden, geeignet.

B. Obergärige Rassen.

1) Schwach attenuierende, schnell klärende. Das Bier hat einen süßen Geschmack.
2) Stark attenuierende, schnell klärende. Geschmack kräftiger.
3) Langsam klärende, führen eine normale Nachgärung durch. Geschmack mehr weinartig. Das Bier haltbar gegen Hefetrübung.

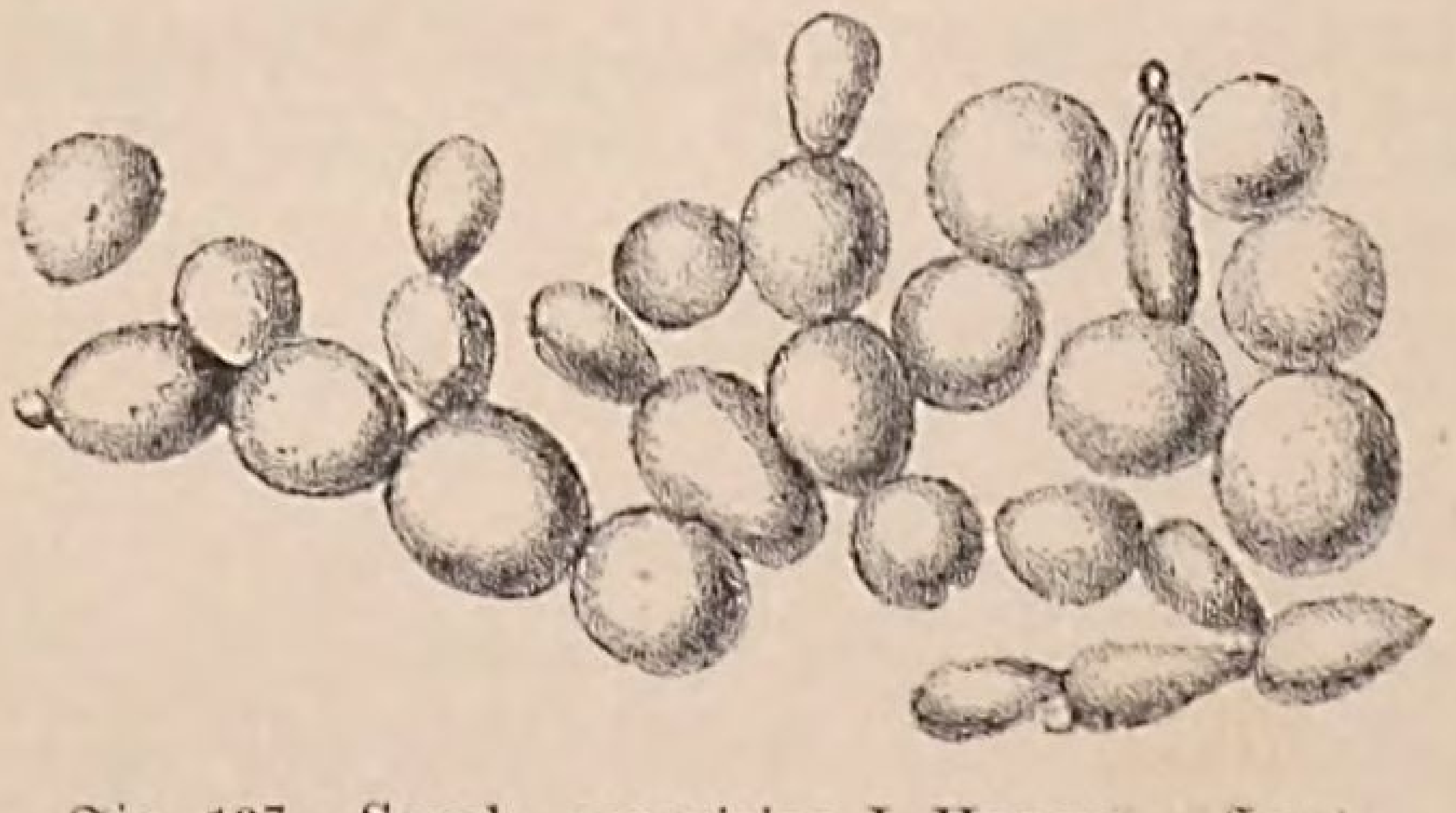


Fig. 137. Sacch. cerevisiae I. Hansen. Hautformen nach Hansen.

Daß auch die in der Spiritus- und Preßhefefabrikation zur Verwendung gelangende Hefe aus verschiedenen Arten besteht mit Eigenschaften, welche für die Praxis mehr oder minder wertvoll sind, war von vorn herein anzunehmen. Erwiesen ist diese Annahme durch die Arbeiten der Berliner Versuchsstation (Professor Delbrück, P. Lindner).

Variationen bei den Saccharomyceesarten. Während der Rassen-Charakter der Hefen im praktischen Betriebe bei jahrelang fortgesetzter Kultur in Bierwürze keine oder sehr geringe Schwankungen aufweist — ein Umstand, welcher

*) Die Mikroorganismen der Gärungsindustrie. 3. Aufl. Berlin 1892, Paul Parey. Das empfehlenswerte Werk enthält eine ausgezeichnete Literatur-Uebersicht über alle wichtigeren Arbeiten auf dem Gebiete der Gärung.

für die Praxis von großer Bedeutung ist, kann derselbe nach Hansen durch ein längere Zeit dauerndes gewaltsames Eingreifen in die Lebensvorgänge der Zellen vorübergehend geändert werden. So hat Hansen, um nur ein einziges Beispiel anzuführen, gefunden, daß mehrere Saccharomycesarten die Fähigkeit, Sporen zu bilden, verloren, wenn deren Zellen längere Zeit hindurch in gelüfteter Bierwürze in der Nähe ihres Temperaturmaximums gezüchtet wurden. Unter diesen Hefearten befindet sich auch die in der Brauerwelt wohlbekannte Carlsberg-Unterhefe Nr. 2. Es ist nun bemerkenswert, daß gleichzeitig mit der erwähnten Umbildung auch insofern eine Aenderung im Charakter der Hefe eintrat, als die neugebildeten Vegetationen eine schwächere Vergärung bewirkten, als vorbem. Möglicherweise steht man hier, wie Jörgensen zutreffend ausführt, vor der Bildung neuer Arten.

Beschreibung einiger wichtiger Hefearten nach Hansen:

Saccharomyces cerevisiae I. Hansen (Fig. 133).
Vergrößerung 1000fach.

Englische obergärige Hefe, welche in den Brauereien Edinburghs und Londons benutzt wird.

Die in Würze entwickelte Bodensatzhefe besteht wesentlich aus großen kugeligen oder ovalen Zellen.

Askosporenbildung (Fig. 134):

Bei 37½° C entwickeln sich keine Askosporen.

Bei 36—37° C	zeigen sich die ersten Anlagen nach	29 Stunden.
„ 35° C	„ „ „ „ „ „	25 „
„ 33½° C	„ „ „ „ „ „	23 „
„ 30° C	„ „ „ „ „ „	20 „
„ 25° C	„ „ „ „ „ „	23 „
„ 23° C	„ „ „ „ „ „	27 „
„ 17½° C	„ „ „ „ „ „	50 „
„ 16½° C	„ „ „ „ „ „	65 „
„ 11—12° C	„ „ „ „ „ „	10 Tagen.

„ 9° C entwickeln sich keine Anlagen.

Sporen stark lichtbrechend. Wand der Sporen sehr deutlich.

Größe der Sporen 2½—6 μ.

Hautbildung:

Bei 38° C trat keine Hautbildung auf.

Bei 33—34° C	fanden sich nach	9—18 Tagen	schwach entwickelte Hautflecke.
„ 26—28° C	„ „ „	7—11 „	„ „ „
„ 20—22° C	„ „ „	7—10 „	„ „ „
„ 13—15° C	„ „ „	15—30 „	„ „ „
„ 6— 7° C	„ „ „	2—3 Monaten	„ „ „

„ 5° C trat keine Hautbildung auf.

Mikroskopisches Bild der Zellen in den Häuten:

Bei 20—34° C: Kolonien häufig; wurstförmige Zellen.

Bei 15—6° C (Fig. 137): Der größte Teil der Zellen wie die der Aussaat geformt; einzelne abweichende Formen.

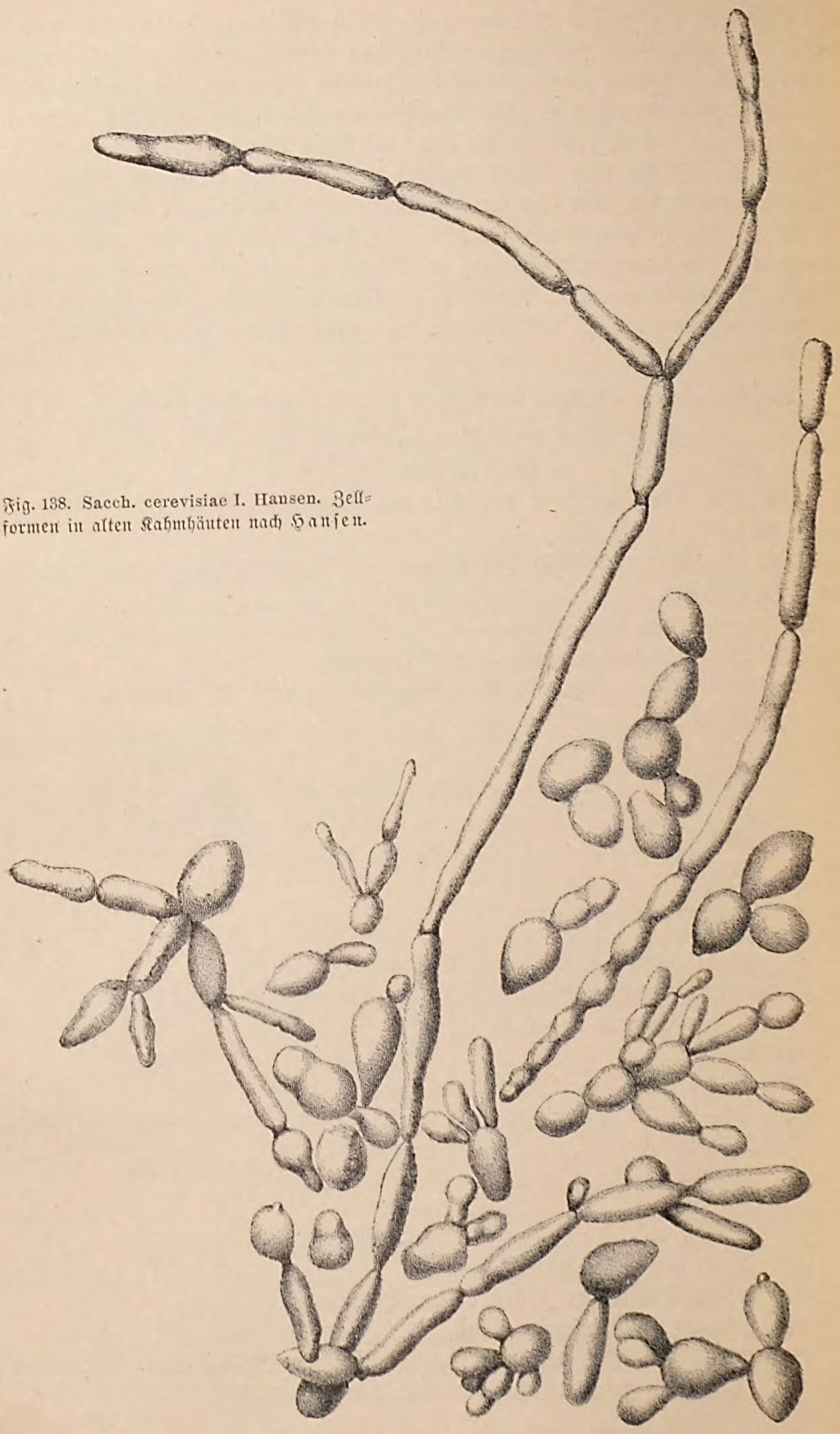


Fig. 138. Sacch. cerevisiae I. Hansen. Zellformen in alten Kahmhäuten nach Hansen.

In alten Kulturen von Häuten treten alle Zellformen auf bis zu sehr stark gestreckten myceliumähnlichen (Fig. 138).

Saccharomyces Pastorianus I. Hansen (Fig. 139).

Vergrößerung 1000fach.

Wilde Hefe, häufig in der Luft der Gärungsräume, ruft im Biere einen unangenehmen bitteren Geschmack hervor. Untergärig.

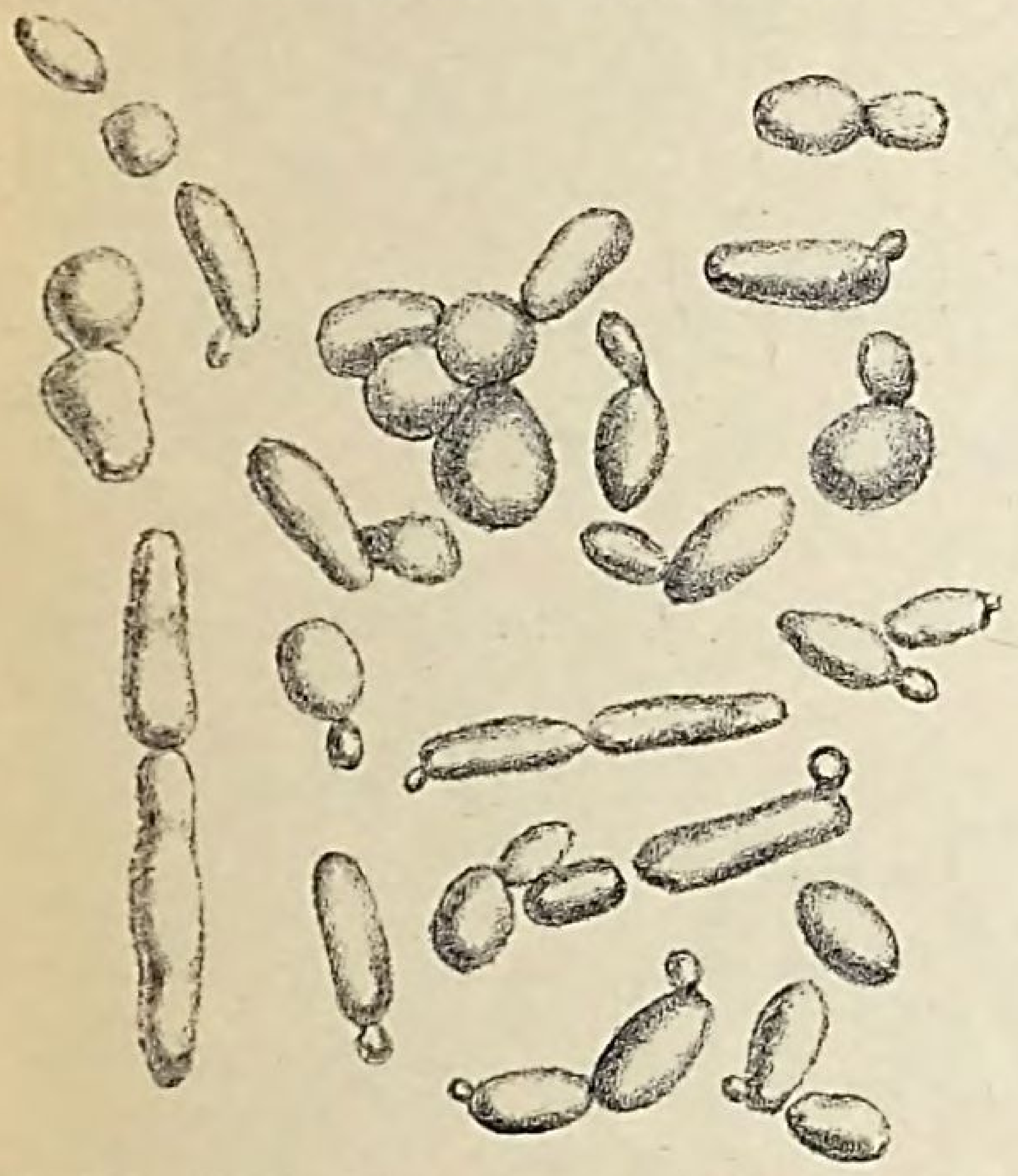


Fig. 139. Sacch. Pastorianus I. Hansen. Zellformen der jungen Bodensatzhefe nach Hansen.

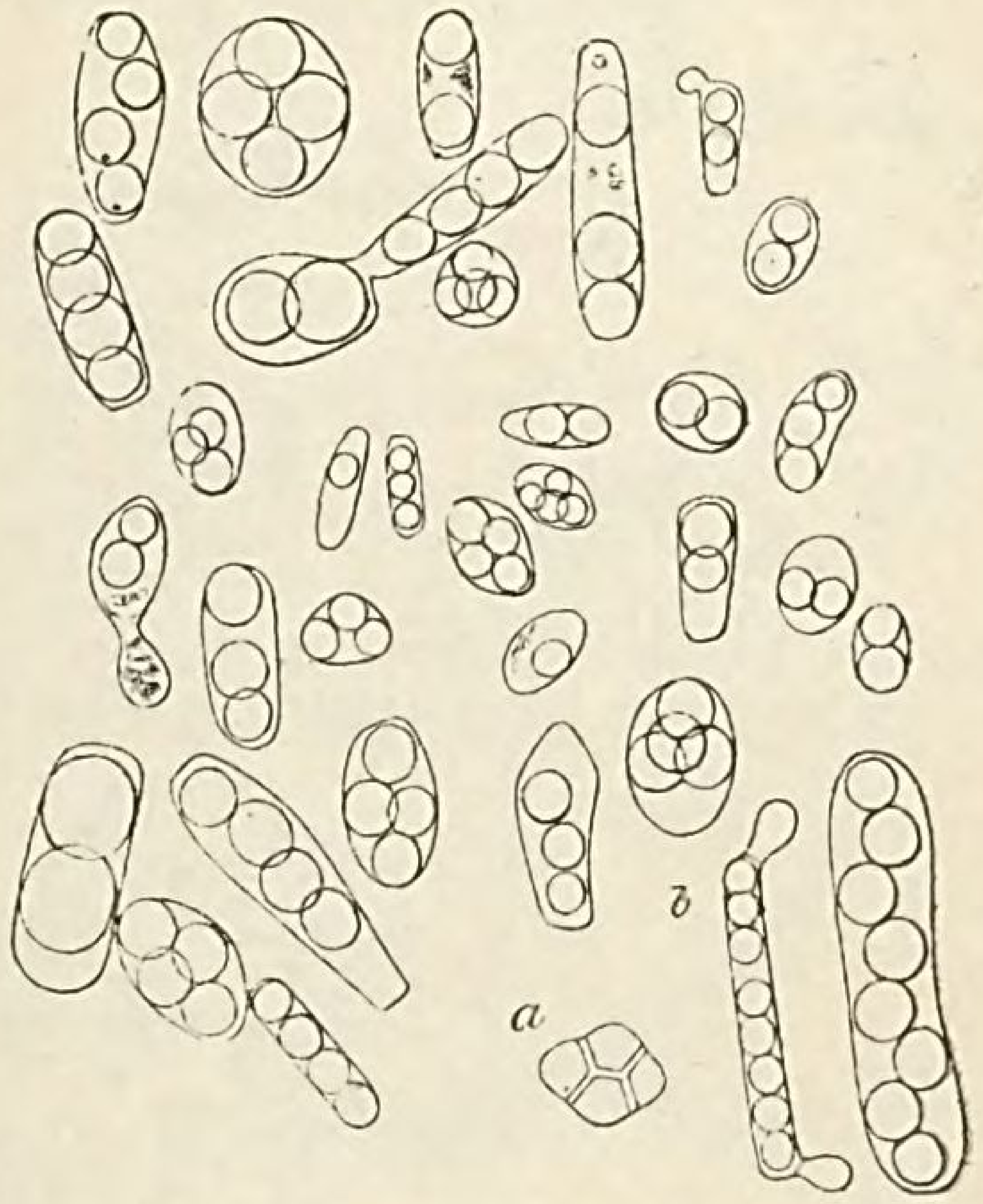


Fig. 140. Sacch Pastorianus I. Hansen. Askosporen.

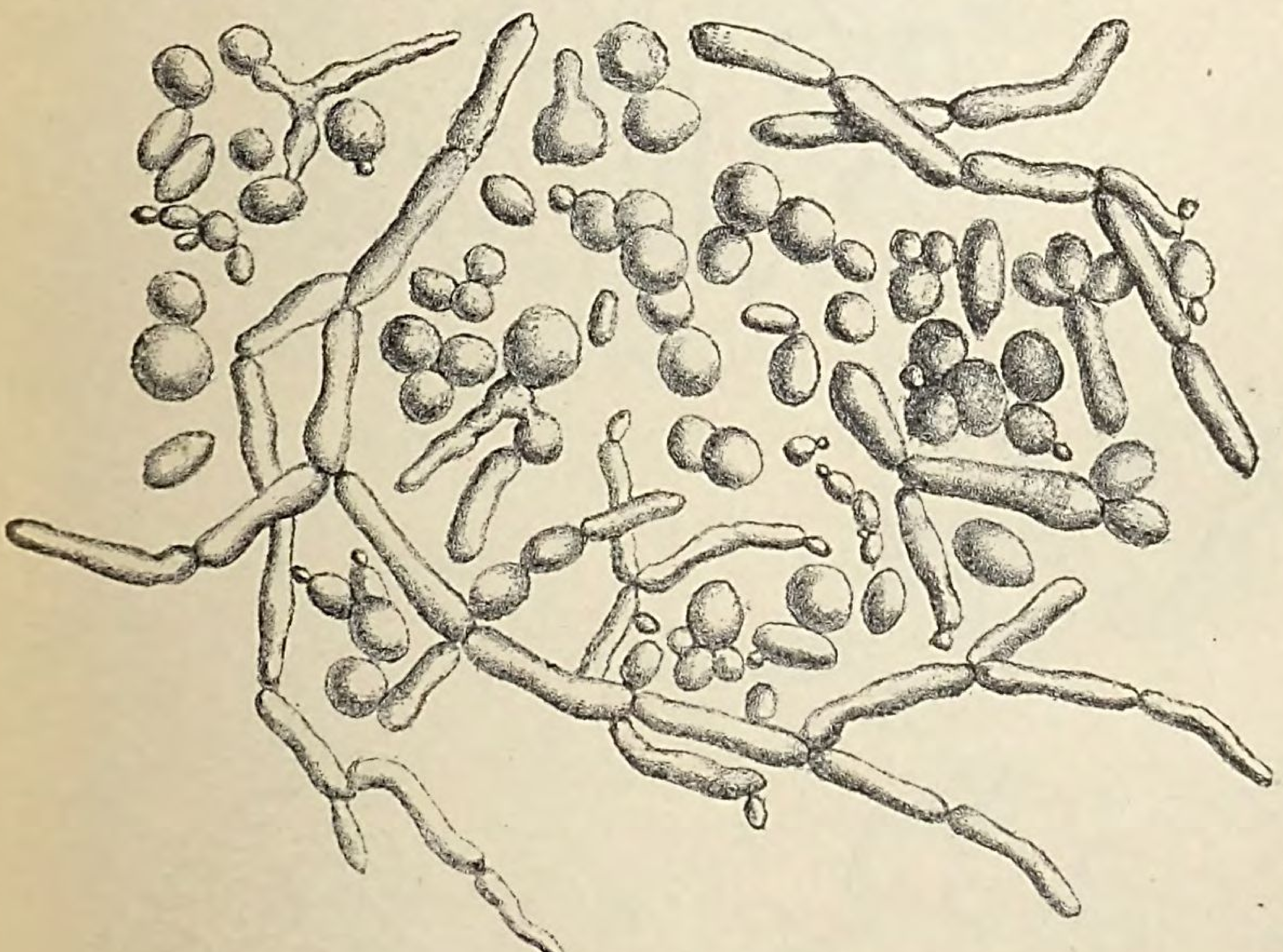


Fig. 141. Sacch. Pastorianus I. Hansen. Hautformen.

Bodensatzformen: Vorwiegend gestreckte wurstförmige Zellen, auch große und kleine kugelige und ovale Zellen.

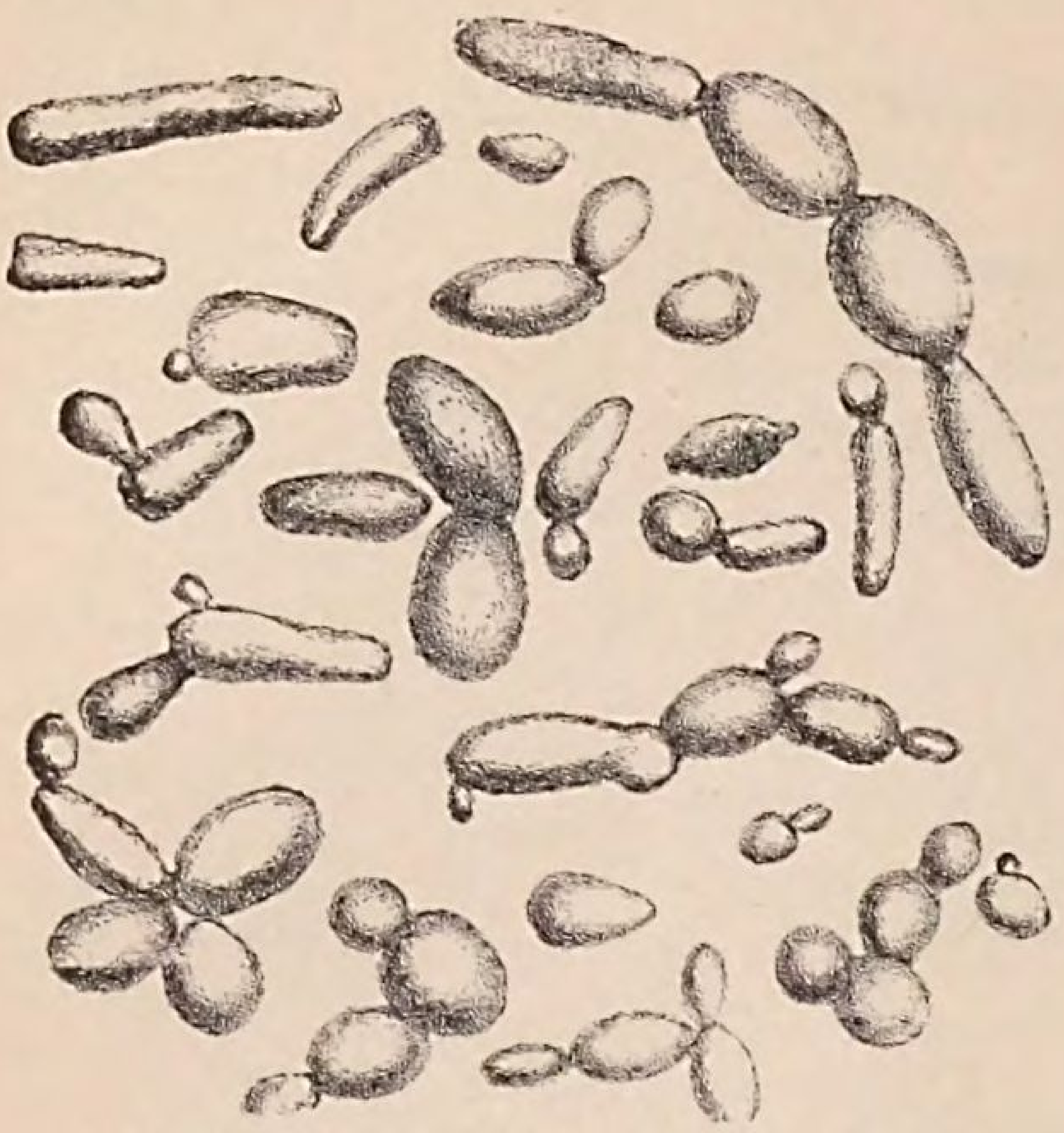


Fig. 142. Sacch. Pastorianus II. Hansen. Zellformen der jungen Bodensatzhefe nach Hansen.

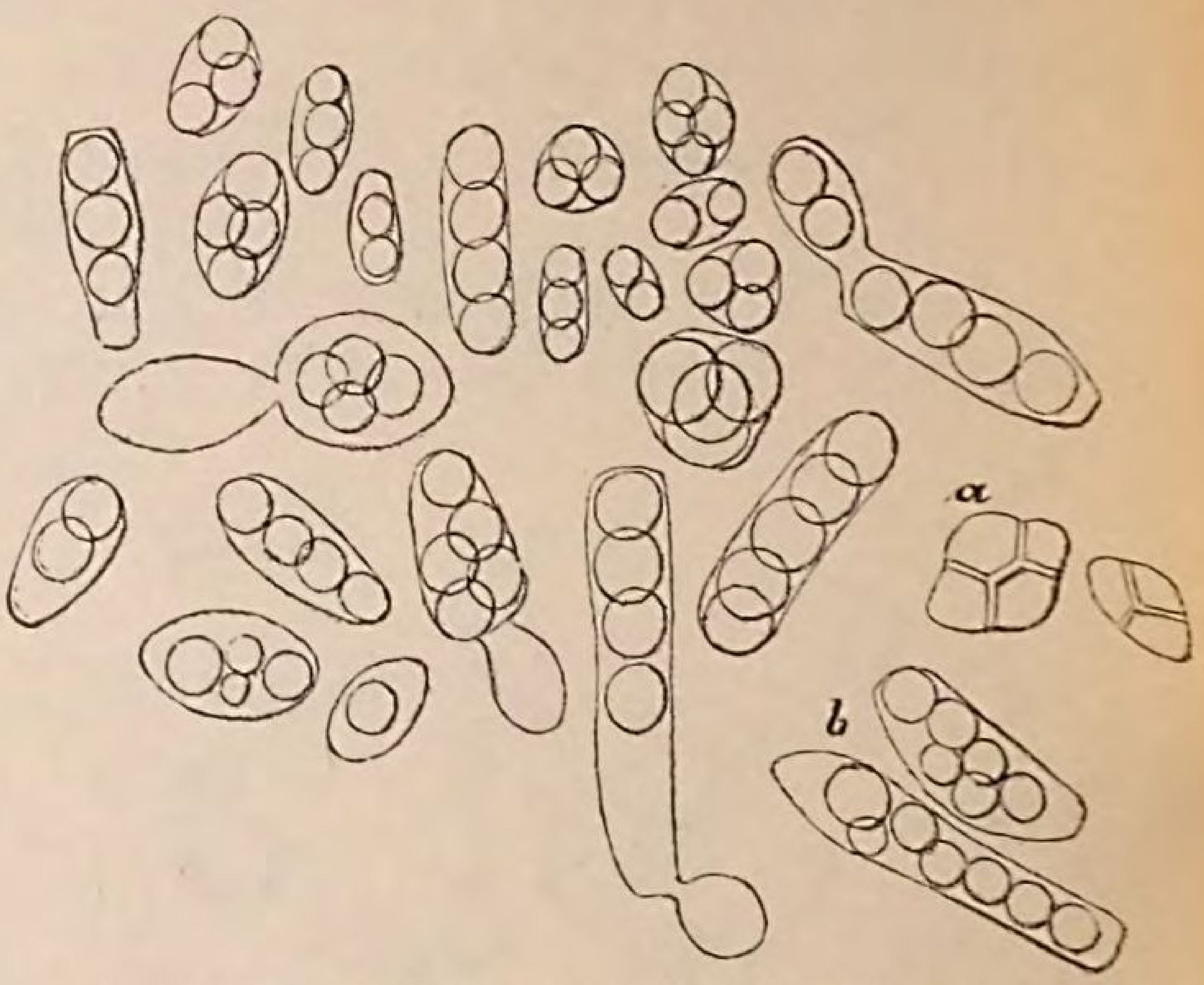


Fig. 143. Sacch. Pastorianus II. Hansen. Askosporen.

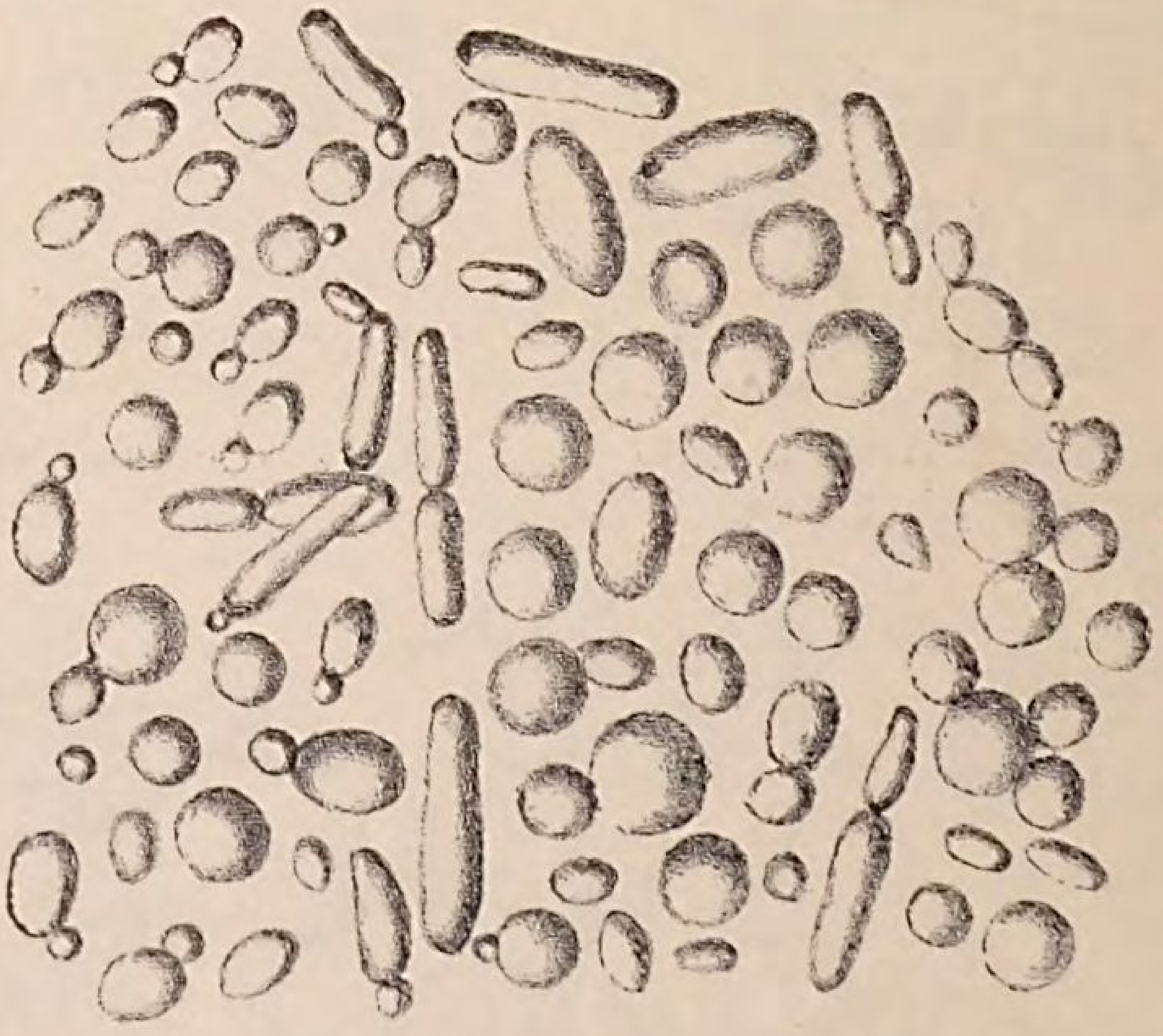


Fig. 144. Sacch. Pastorianus II. Hansen.

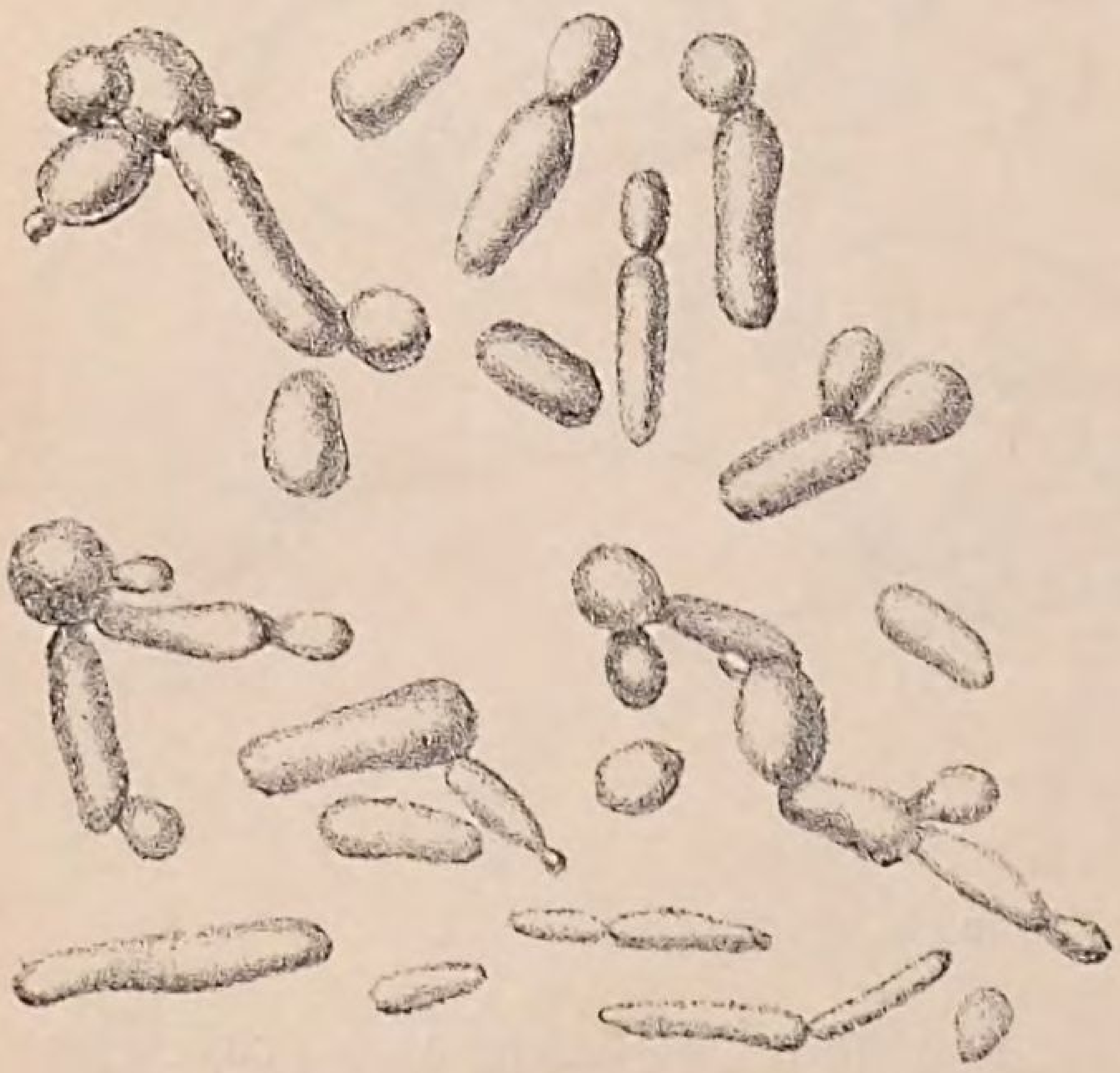


Fig. 145. Sacch. Pastorianus III. Hansen. Bodensatzformen.

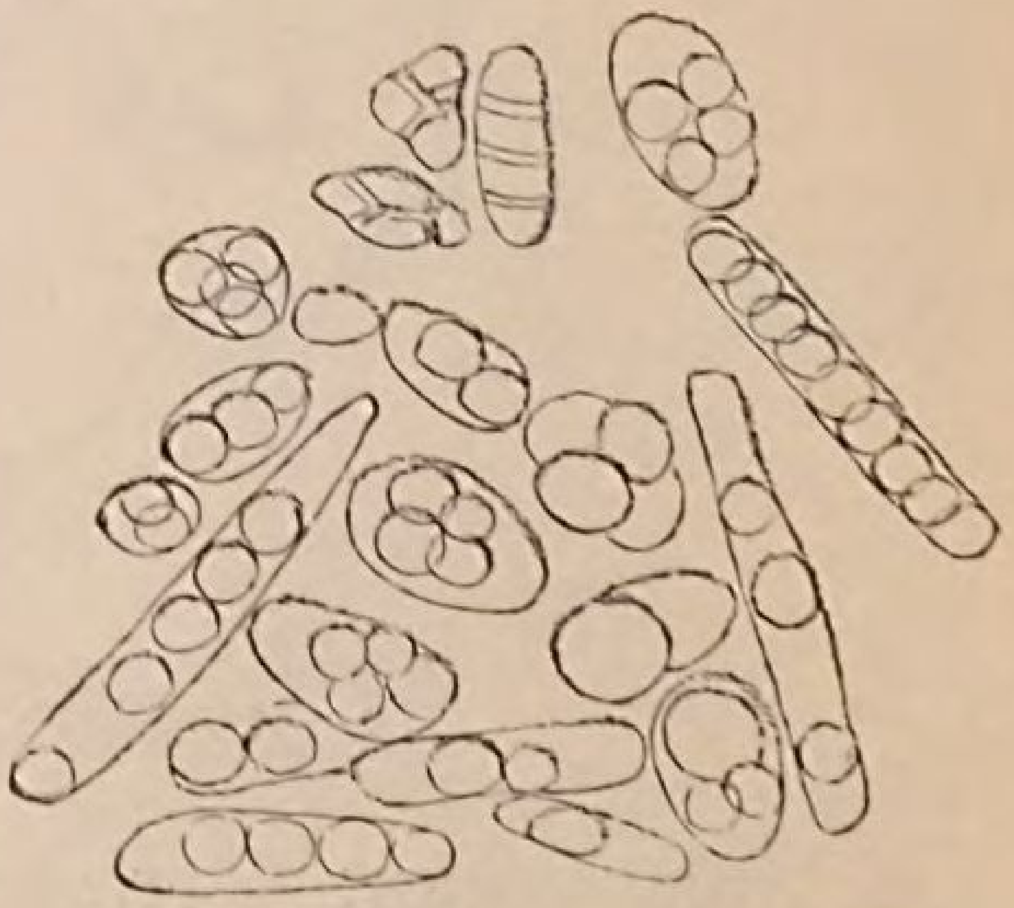


Fig. 146. Sacch. Pastorianus III. Hansen Askosporen.

Askosporenbildung (Fig. 140):

Bei 31½° C entwickeln sich keine Sporen.
Bei 29½—30½° C zeigen sich die ersten Anlagen nach 30 Stunden.
„ 27½° C „ „ „ „ „ „ 24 „
„ 15° C „ „ „ „ „ „ 50 „
„ 3—4° C „ „ „ „ „ „ 14 Tagen.
„ ½° C entwickeln sich keine Askosporen mehr.
Größe der Askosporen 1½—5 μ.

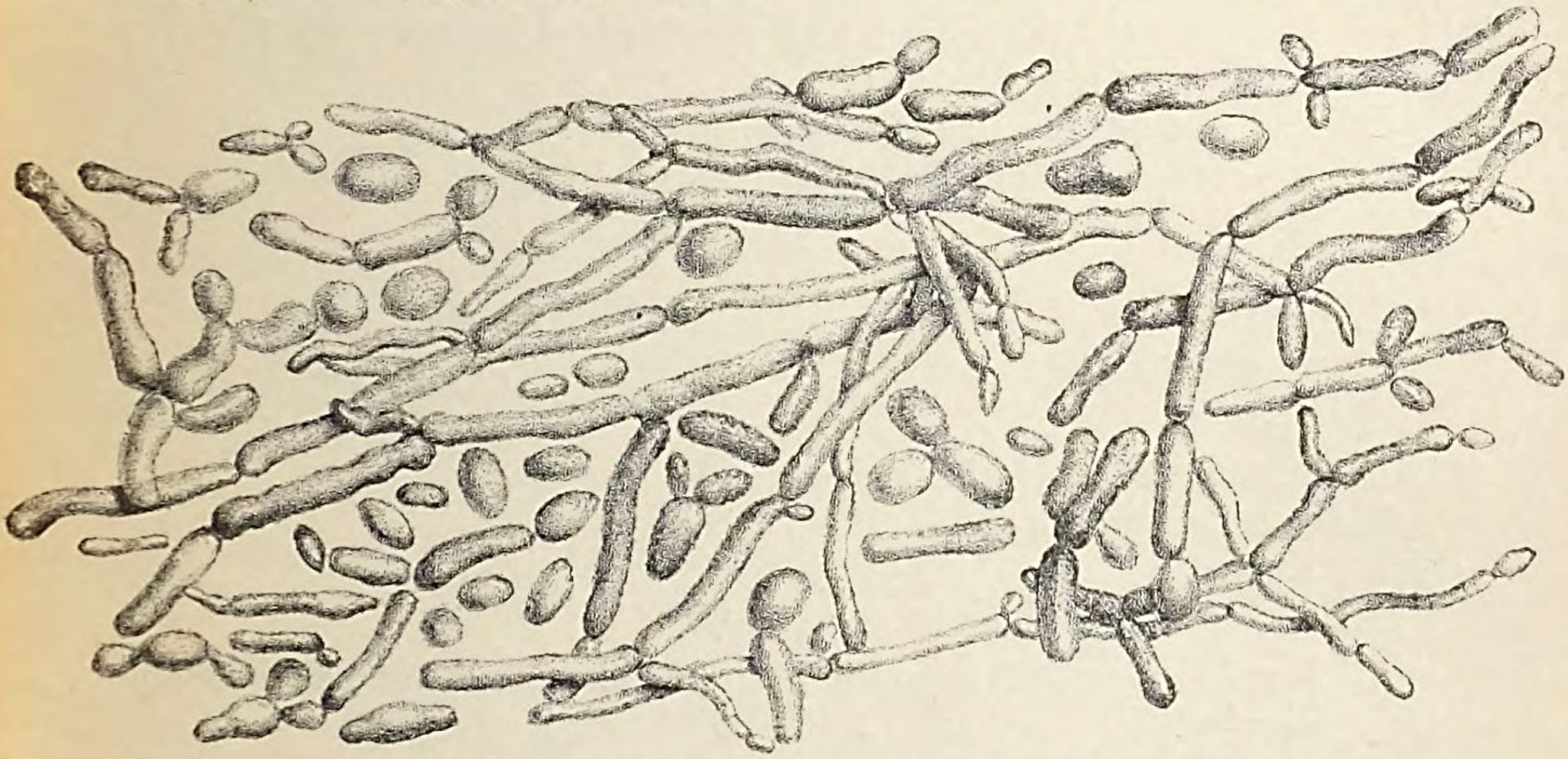


Fig. 147. Sacch. Pastorianus III. Hansen. Hautformen.

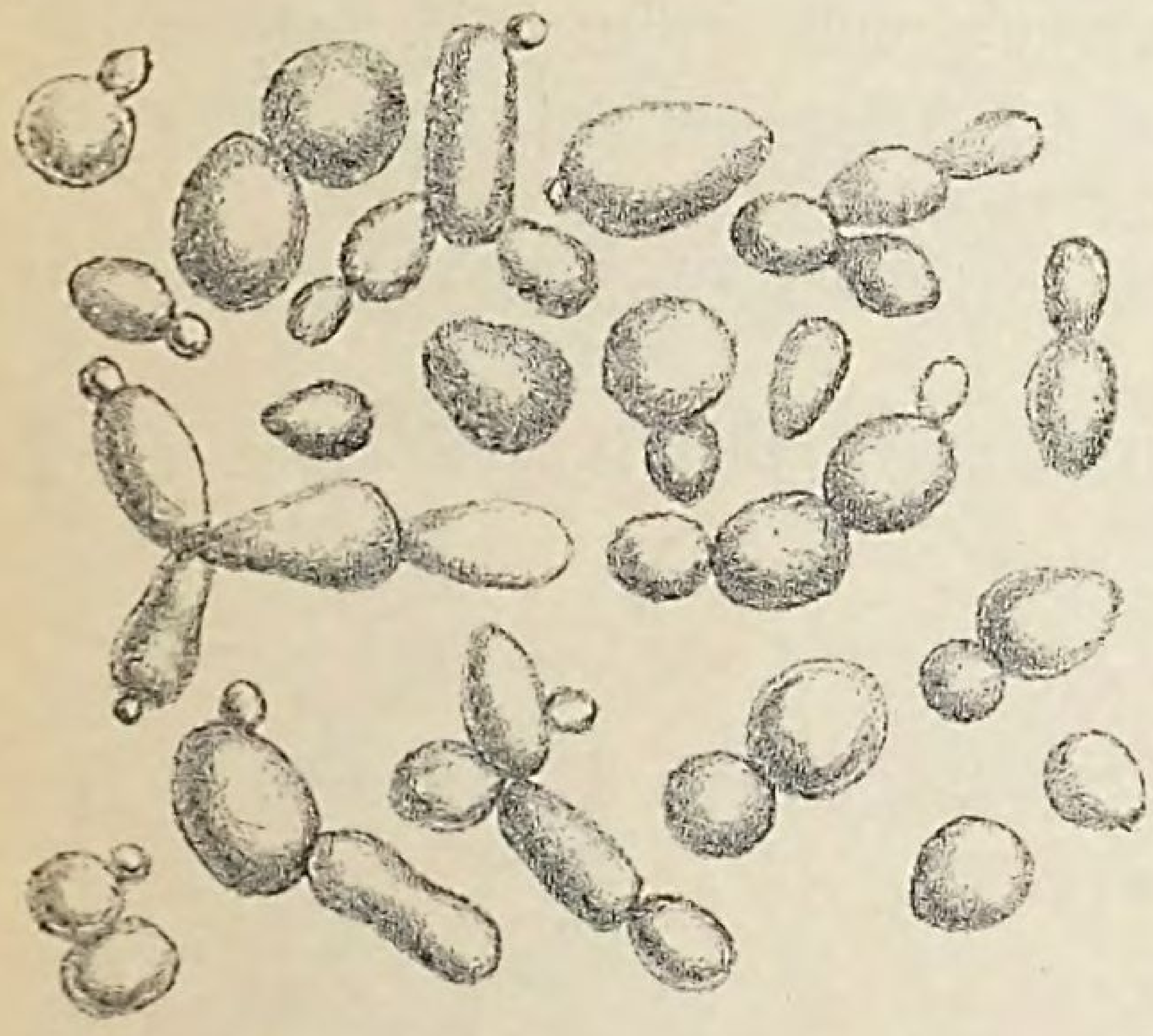


Fig. 148. Sacch. ellipsoideus I. Hansen. Bodensatzformen.

Fig. 149. Sacch. ellipsoideus I. Hansen. Askosporen.

Hautbildung:

Bei 34° C tritt keine Hautbildung auf.
Bei 26—28° C fanden sich nach 7—10 Tagen schwach entwickelte Hautflecke.
„ 13—15° C „ „ „ 15—30 „ „ „ „
„ 3—5° C „ „ „ 5—6 Monate „ „ „
„ 2—3° C tritt keine Hautbildung auf.

Mikroskopisches Bild der Hautzellen:

Bei 20—28° C: Fast dieselben Formen wie im Bodensatze.

Bei 13—15° C: Stark entwickelte, myceliumartige Kolonien von sehr gestreckten, wurstförmigen Zellen (Fig. 141).

Saccharomyces Pastorianus II. Hansen (Fig. 142).

Vergrößerung 1000fach.

Wilde Hefe. Von Hansen in der Luft von Brauereien entdeckt. Schwach obergärig.

Bodensatzformen: Vorwiegend gestreckte, wurstförmige, auch große und kleine ovale und runde Zellen. Verursacht keine Krankheitserscheinungen im Biere.

Askosporenbildung (Fig. 143):

Bei 29° C entwickeln sich keine Sporen.

Bei 27—28° C	zeigen sich die ersten Anlagen nach	34 Stunden.
„ 25° C	„ „ „ „ „ „	25 „
„ 23° C	„ „ „ „ „ „	27 „
„ 11½° C	„ „ „ „ „ „	77 „
„ 7° C	„ „ „ „ „ „	7 Tagen.
„ 3—4° C	„ „ „ „ „ „	17 „

„ ½° entwickeln sich keine Sporen mehr.

Größe der Sporen 2—5 μ.

Hautbildung:

Bei 34° C tritt keine Hautbildung auf.

Bei 26—28° C	finden sich nach 7—10 Tagen	schwach entwickelte Hautflecke.
„ 13—15° C	„ „ „ 10—25 „	„ „ „

„ 2—3° C tritt keine Hautbildung auf.

Mikroskopisches Bild der Hautzellen:

Bei 15—3° C: Ueberwiegend ovale und runde Zellen (Fig. 144).

Saccharomyces Pastorianus III. Hansen (Fig. 145).

Vergrößerung 1000fach.

Wilde Hefe. Von Hansen aus hefetrübem Biere erhalten. Untergärig. Verursacht Biertrübungen.

Bodensatzformen: Vorwiegend wurstförmige, gestreckte, auch große und kleine ovale und runde Zellen.

Askosporenbildung (Fig. 146):

Bei 29° C entwickeln sich keine Askosporen.

Bei 27—28° C	zeigen sich die ersten Anlagen nach	35 Stunden.
„ 25° C	„ „ „ „ „ „	28 „
„ 16° C	„ „ „ „ „ „	53 „
„ 8½° C	„ „ „ „ „ „	9 Tagen.

„ 4° C entwickeln sich keine Askosporen.

Größe der Sporen 2—5 μ.

Hautbildung:

Bei 34° C tritt keine Hautbildung auf.

Bei 26—28° C	finden sich nach 7—10 Tagen	schwach entwickelte Hautflecke.
„ 13—16° C	„ „ „ 10—20 „	„ „ „
„ 3—5° C	„ „ „ 5—6 Monaten	„ „ „

„ 2—3° C tritt keine Hautbildung auf.

Mikroskopisches Bild der Hautzellen:

Bei 15—3° C stark entwickelte Kolonien gestreckter, wurst- und fadenförmiger Zellen, welche sich im Aussehen einem Mycelium sehr nähern. (Fig. 147).

Saccharomyces ellipsoideus I. Hansen (Fig. 148).

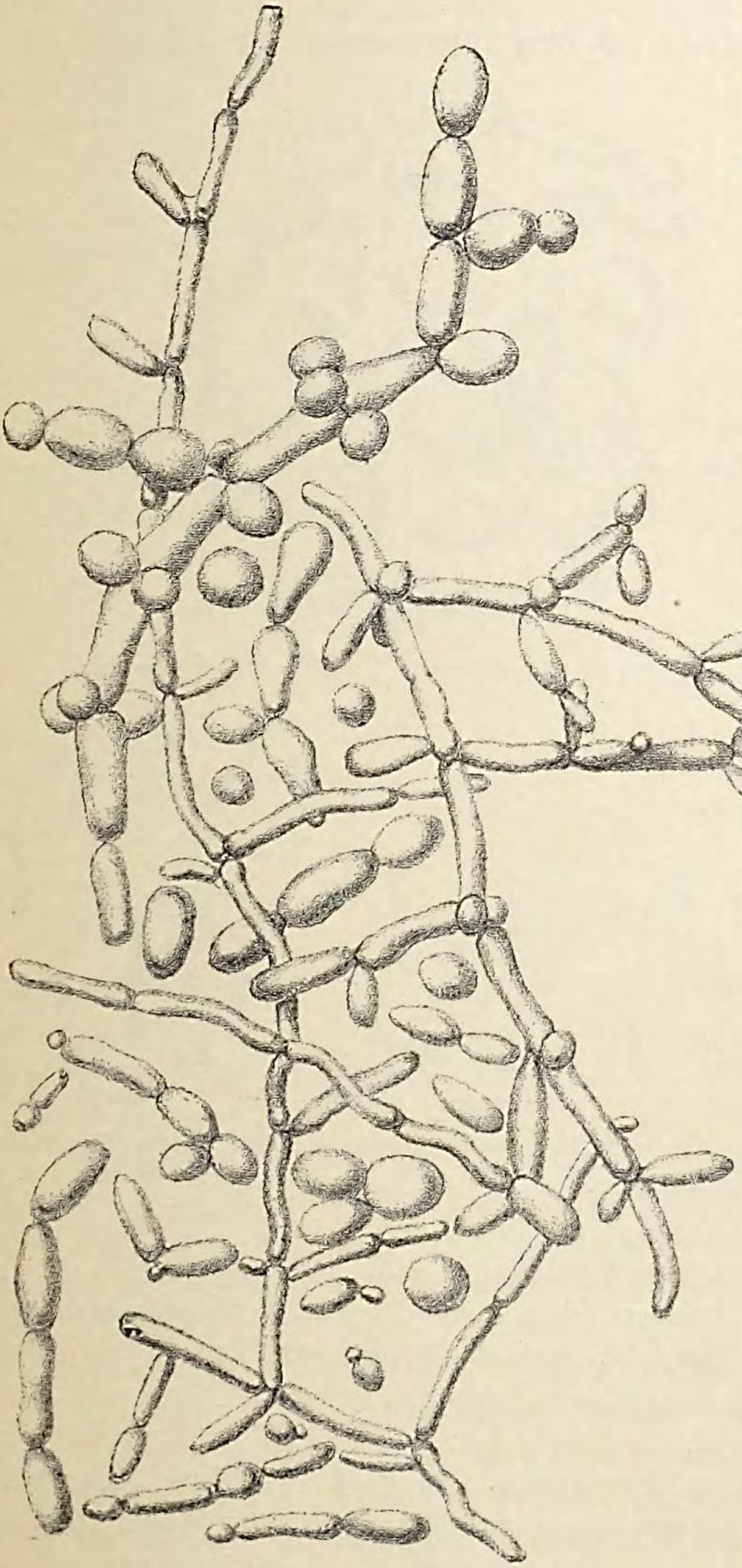


Fig. 150. Sacch. ellipsoideus I. Hansen. Hautformen.

Wilde Hefe. Auf der Oberfläche reifer Weinbeeren vorkommend. Untergärig.

Bodensatzformen: Ueberwiegend ovale und runde Zellen.

Askosporenbildung (Fig. 149):

Bei $32\frac{1}{2}$ ° C entwickeln sich keine Sporen.

„ $30\frac{1}{2}$—$31\frac{1}{2}$ ° C entwickeln sich die ersten Anlagen nach 36 Stunden.

„ 25 ° C „ „ „ „ „ „ 21 „

„ 15 ° C „ „ „ „ „ „ 45 „

„ $7\frac{1}{2}$ ° C „ „ „ „ „ „ 11 Tagen.

„ 4 ° C entwickeln sich keine Askosporen.

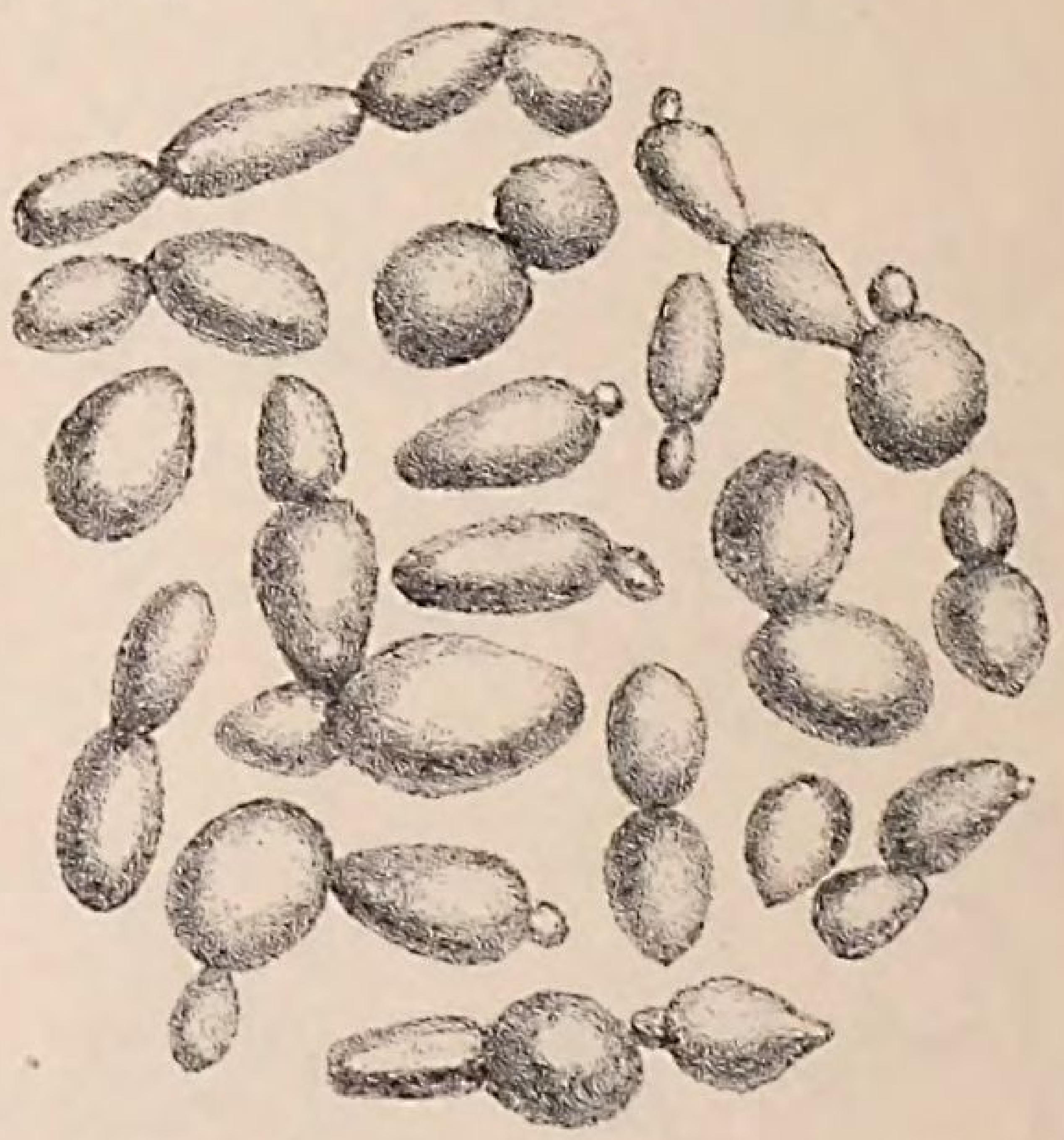


Fig. 151. Sacch. ellipsoideus II. Hansen. Bodensatzformen.

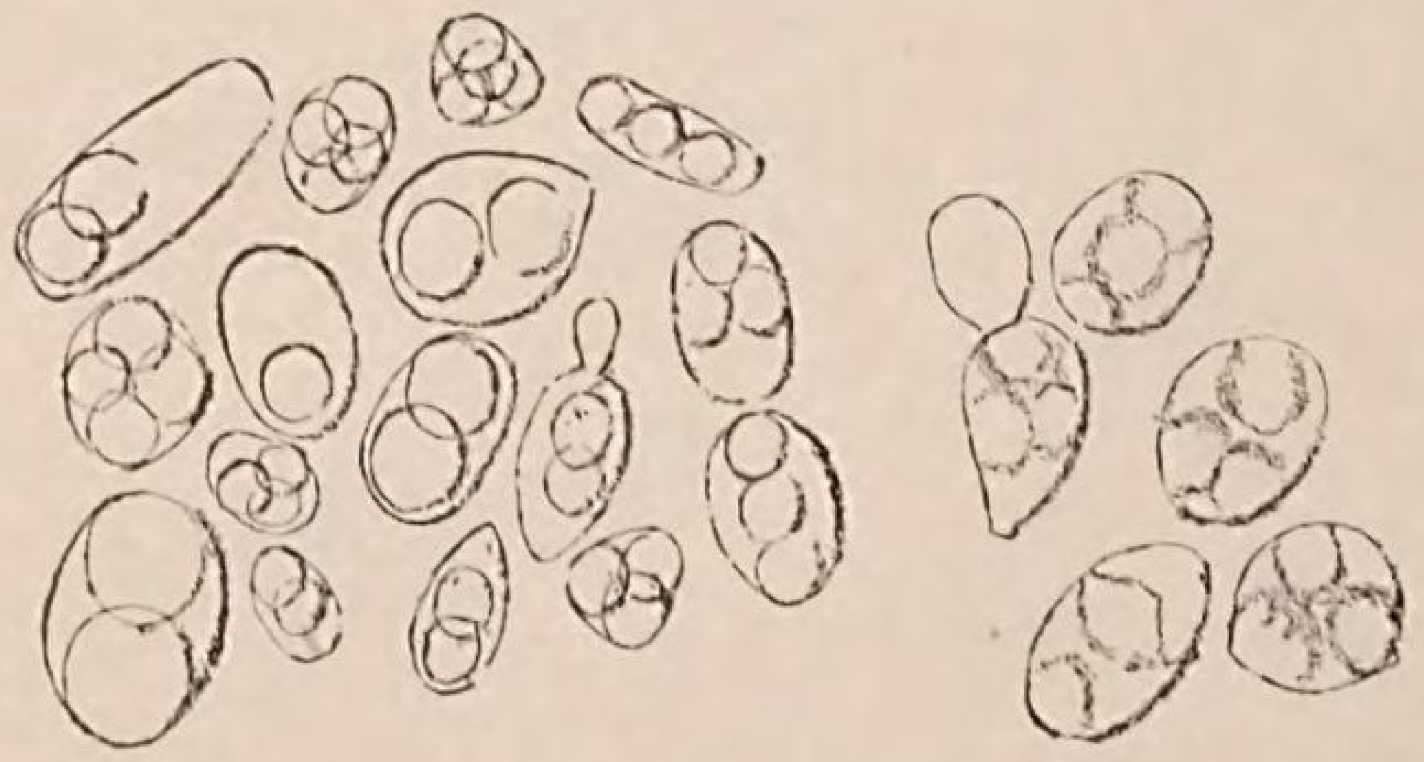


Fig. 152. Sacch. ellipsoideus II. Hansen. Askosporen.

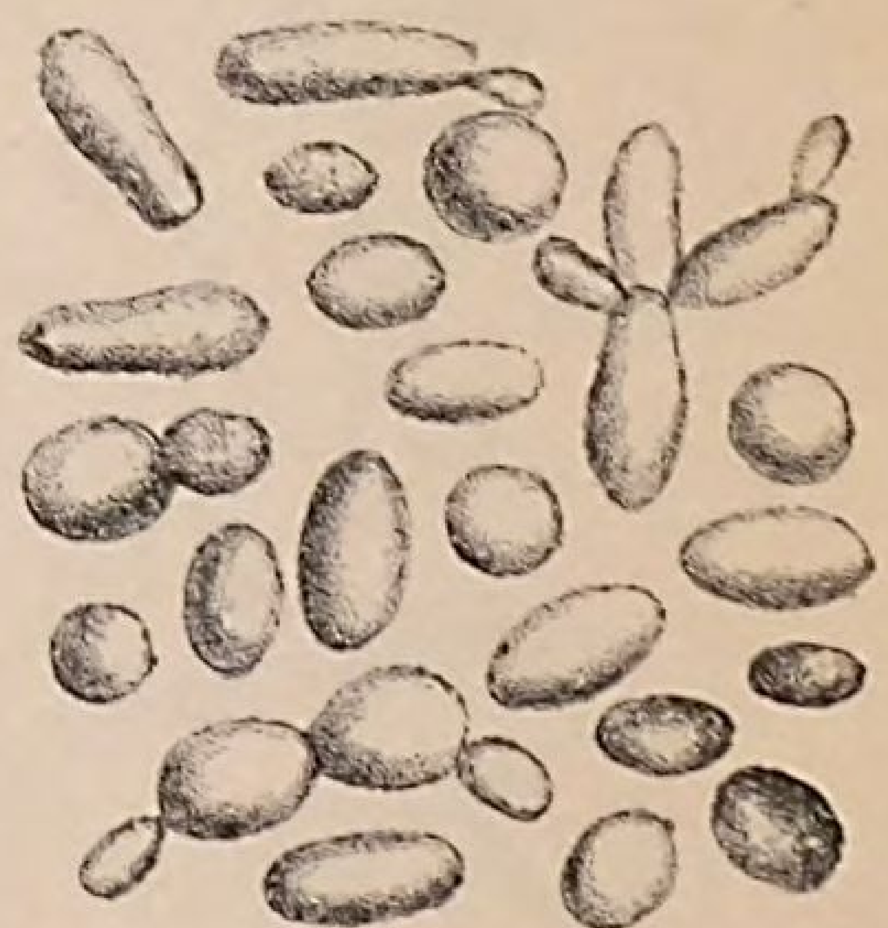


Fig. 153. Sacch. ellipsoideus II. Hansen. Hautformen.

Hautbildung:

Bei 38 ° C tritt keine Hautbildung auf.

„ 33—34 ° C finden sich nach 8—12 Tagen schwach entwickelte Hautflecke.

„ 6—7 ° C finden sich nach 2—3 Monaten schwach entwickelte Hautflecke.

„ 5 ° C tritt keine Hautbildung auf.

Mikroskopisches Bild der Hautzellen:

Bei 13—15 ° C reich verästelte und stark entwickelte Kolonieen von kurzen oder langen wurstförmigen Zellen (Fig. 150).

Saccharomyces ellipsoideus II. Hansen (Fig. 151).

Vergrößerung 1000fach.

Wilde Hefe. Aus trübem Bier von Hansen isoliert. Verursacht im Biere Hefetrübung. Untergärung.

Bodensatzformen: Ueberwiegend ovale und runde Zellen, selten wurstförmige.

Askosporenbildung (Fig. 152):

Bei 35° C entwickeln sich keine Askosporen.
„ 33—34° C zeigen sich die ersten Anlagen nach 31 Stunden.
„ 29° C „ „ „ „ „ „ 22 Stunden.
„ 8° C „ „ „ „ „ „ 9 Tagen.
„ 4° C entwickeln sich keine Askosporen.

Größe der Sporen 2—5 μ.

Hautbildung:

Bei 40° C tritt keine Hautbildung auf.
„ 26—38° C finden sich nach 8—12 Tagen schwach entwickelte Hautflecke.
„ 20—22° C „ „ „ 4—6 „ „ „ „
„ 13—15° C „ „ „ 8—10 „ „ „ „
„ 3—5° C „ „ „ 5—6 Monaten „ „ „
„ 2—3° C tritt keine Hautbildung auf.

Mikroskopisches Bild der Hautzellen (Fig. 153):

Bei allen Temperaturen dieselben Formen, wie im Bodensatze; bei 15° C und abwärts nur wenig mehr gestreckt.

Die chemische Zusammensetzung der Hefe.

Nach einer Analyse von C. v. Nägeli und O. Löw stellt sich die Zusammensetzung der Hefe folgendermaßen dar:

Cellulose und Pflanzenschleim	37 pCt.	
Proteïnstoffe, gewöhnliche	36 „	47 pCt. (36 + 9 + 2)
„ leicht zersetzliche, dem Glutenkaseïn ähnliche	9 „	
Pepton	2 „	
Fett	5 „	
Asche	7 „	
Extraktivstoffe u. s. w.	4 „	
	100 pCt.	

Diese Zahlen geben nur ein ungefähres Bild für die Zusammensetzung der Hefe und können nicht als typische gelten, da je nach dem Alter, Ernährungszustand, der Art der Hefezellen erhebliche Schwankungen vorkommen werden.

Die Cellulose der Hefezelle ist mit der der Zellwandungen höherer Pflanzen nicht identisch; wenigstens giebt sie die bekannten Cellulosereaktionen nicht.

An Kohlenhydraten finden sich im Innern der Hefezelle unter anderem Glykogen und Dextran.

Bemerkenswert ist der hohe Gehalt an stickstoffhaltigen Stoffen, welcher 50 bis 60 pCt. beträgt. Unter diesen machen nach Juslin die Eiweißkörper etwa 86—89 pCt. aus. Auch Nukleïne finden sich nach Stutzer in der Hefe.

Der Aschengehalt der Hefe schwankt, auf Trockensubstanz bezogen, zwischen 3 und 7 pCt. Der überwiegende Teil desselben besteht aus Phosphorsäure und Kali (70—80 pCt.); außerdem sind vorhanden wesentlich Kalk und Magnesia.

Ernährung und Stoffbedarf der Hefe:

Die Hefe bedarf zu ihrer Ernährung Zucker, stickstoffhaltige und mineralische Stoffe.

Nach Pasteur wird bei der Gärung etwa 1 pCt. des Zuckers zum Aufbau der Hefezellen verwendet.

Unter den stickstoffhaltigen Stoffen sind besonders geeignete Nährstoffe die Peptone, aber auch Körper aus der Klasse der Amide (besonders Asparagin) und selbst Ammoniaksalze können der Hefe zur Deckung ihres Stickstoffbedarfs dienen. Von Pepton und Amiden wird auch der Kohlenstoff assimiliert.

Von Mineralstoffen sind unentbehrlich Phosphorsäure und Kali, und wie es scheint, Magnesia und Schwefel (Magnesiumsulphat). Kalk scheint entbehrlich zu sein. Der Natriumsalze und des Eisens bedarf die Hefe nicht.

Geeignete Nährlösungen für die Entwicklung der Hefe sind die Bierwürze und die Branntweinmaische, ferner folgende künstliche Nährlösungen:

nach Nägeli,	Wasser	100 cc.
	Zucker	15 gr.
	Salpetersaures Ammon . . .	1 gr.
	Saures Kaliumphosphat . .	0,5 (KH_2PO_4)
	Tricalciumphosphat	0,05 ($Ca_3P_2O_8$).
	Magnesiumsulphat	0,25 ($MgSO_4$).

A. Mayer verwendet statt des salpetersauren Ammon in gleicher Menge weinsaures Ammon und W. Zopf Pepton.

Hayduck bediente sich folgender Nährlösung:

1000 cc Wasser.
100 gr Rohrzucker.
2,5 gr Asparagin.
50 cc Mineralsalzlösung. Diese enthält im Liter Brunnenwasser 50 gr Monocalciumphosphat und 17 gr Magnesiumsulfat.

Verhalten der Hefe gegen Zuckerlösungen. Die Kulturhefearten vergähren Rohrzucker, Dextrose, Levulose, Maltose und Isomaltose, jedoch nicht den Milchzucker.

Die Intensität, mit welcher diese Zuckerarten unter sonst gleichen Bedingungen vergoren werden, ist verschieden. Am raschesten wird Dextrose vergoren, weit langsamer die Levulose und, wie es scheint, am langsamsten die Isomaltose.

Rohrzucker wird durch diese Hefen nicht direkt vergoren, sondern erst, nachdem er durch das von denselben ausgeschiedene Enzym, das Invertin in Dextrose und Levulose gespalten ist.

Von Einfluß auf die Zeitdauer und Vollständigkeit der Gärung sind im allgemeinen die Temperatur in der gärenden Flüssigkeit, die Konzentration der Zuckerlösung, die Hefemenge und die Zusammensetzung der Gärflüssigkeit in Bezug auf die Nährstoffe.

Als Temperaturoptimum, d. h. als jene Temperaturgrenze, innerhalb welcher unter sonst gleichen Bedingungen eine Zuckerlösung in der kürzesten Zeit vergoren wird, ist 30—35° C anzusehen. Unter 30 und über 35° C findet eine Verzögerung der Gärung statt und zwar umsomehr, je größer die Abweichung in der einen oder anderen Richtung wird. Bei 40° C kann eine vollständige Vergärung nicht mehr erzielt werden. Bei 50° C verlieren die Hefen meist ihre Gärfähigkeit. Getötet wird die Hefe jedoch erst bei Temperaturen über 70° C. Nach abwärts hört die

Gärung selbst nahe an 0° noch nicht völlig auf. Ein Gefrieren tötet die Hefe nicht. Nur muß dafür gesorgt werden, daß das Auftauen langsam vor sich geht.

In Bezug auf den Einfluß der Konzentration der Zuckerlösungen auf die Gärung fand Joblbauer, daß bei Anwendung gleicher Teile Hefe (von ca. 75 pCt. Wassergehalt) und Zucker (ohne die übrigen Nährstoffe) 4—8 prozentige Zuckerlösungen bei 34° C in der kürzesten Zeit vergären. Bei Konzentrationen von 9—15 pCt. wird die Gärdauer für je 1 pCt. höherer Konzentration um etwa 5 pCt. verlangsamt, bei weiterer Erhöhung der Konzentration bis 25 pCt. beträgt die Verlängerung der Gärdauer für je 1 pCt. Konzentrationszunahme ca. 12 pCt. Bei 30 pCt. wurde eine vollständige Vergärung nicht mehr erzielt.

Bei Verringerung der Konzentration unter 4 pCt. tritt gleichfalls eine Verzögerung in der Gärdauer ein. Es vergärt nämlich:

eine	2prozentige	Lösung	um	ca.	10	pCt.	langsamer	als	eine	3	prozentige
"	1	"	"	"	"	40	"	"	"	" 2	"
"	0,5	"	"	"	"	45	"	"	"	" 1	"
"	0,1	"	"	"	"	100	"	"	"	" 0,5	"

Doch auch eine 0,1 prozentige Lösung vergärt vollständig. Damit ist die Behauptung von Berzelius, daß unterhalb einer Konzentration von 1 pCt. die Gärung nicht mehr zu Stande komme, wenigstens für den Rohrzucker widerlegt.

Hayduck fand, daß selbst in einer 70proz. Zuckerlösung noch 5,9 g Zucker von 280 g vergoren.

Während bei Abwesenheit von Nährstoffen große Hefemengen für eine völlige Vergärung des Zuckers anzuwenden sind, erreicht man dieses Ziel bei Anwesenheit einer ausreichenden Menge von Nährstoffen mit einer geringen Hefeaussaat. Man könnte dies eigentlich für selbstverständlich erachten, da die Hefe durch die Nährstoffe sich rasch vermehrt und so die Menge der gärkräftigen Zellen alsbald zunimmt. Allein das ist jedenfalls nicht der einzige Grund. Es kommt vielmehr hinzu, daß die wachsende und sich vermehrende Hefe überhaupt gärkräftiger ist als eine Hefe, welcher die Bedingungen zur Entwickelung fehlen.

Die Konzentration der Zuckerlösung kommt für die Vergärung auch insofern in Betracht, als der entstandene Alkohol, wenn die Menge desselben eine gewisse Höhe erreicht hat, die Vermehrung und Gärwirkung der Hefe beeinträchtigt.

Bei Anwendung von Asparaginnährlösung (s. o.) fand Hayduck, daß die Gärung durch 15 V.-pCt., das Wachstum der Hefe durch 10 V.-pCt. Alkohol aufgehoben werden.

Beobachtungen über die Entwickelung der Hefe in Spiritusmaischen der Praxis führten Hayduck zu dem Ergebnis, daß die Hefeentwickelung in der Maische so gut wie beendet war, als der Alkoholgehalt 5 V.-pCt. erreicht hatte, obwohl noch stickstoffhaltige Nährmittel in genügender Menge vorhanden waren.

Durch die Zuführung von Luft zu der gärenden und sich vermehrenden Hefe wird deren Vermehrung in hohem Grade gefördert. Von dieser Thatsache macht man neuerdings in der Preßhefenfabrikation praktischen Gebrauch. Nach neueren Beobachtungen scheint auch die Gärthätigkeit durch dieses sog. Lüften der Hefe gesteigert zu werden. (Delbrück.)

Verhalten der Hefe gegen Antiseptika. Ueber diesen Gegenstand verdanken wir in neuester Zeit Biernacki interessante Mitteilungen. Derselbe prüfte die Einwirkung kleiner Dosen von sechs unorganischen und acht organischen Verbin-

dungen auf die Hefe, nämlich von Sublimat, Kupfersulphat, Kaliumpermanganat, Brom, Schwefelsäure und Borsäure, ferner von Chloralhydrat, Chininsulphat, Thymol, Benzoesäure, Salyzylsäure, Phenol, Resorcin und Pyrogallol.

Zu den Versuchen wurden stets 0,2 g frisch gepreßter Oberhefe, 5 cc einer 5proz. Glykoselösung und je 5 cc Lösung des betreffenden Antiseptikums verwendet. Die Gärung fand bei Zimmertemperatur statt.

Das Ergebnis der Versuche war im allgemeinen folgendes:

1. Alle antiseptischen Mittel besitzen die Eigenschaft, unter gewissen Bedingungen in kleinen Dosen die Alkoholgärung zu verstärken und zu beschleunigen.

2. Je kräftiger ein Mittel in den größeren Dosen gärungshemmend wirkt, desto mehr ist es bei geeigneter Verdünnung fähig, die Gärung zu verstärken.

3. Die Dosis, bei welcher eine Verstärkung der Alkoholgärung eintritt, ist unter anderem auch abhängig von der Hefemenge.

Je größer die Hefemenge ist, um so stärker kann die Konzentration des Antiseptikums sein.

4. Scheinbar sind die organischen Körper fähig, die Gärung mehr zu verstärken, als die unorganischen. Die Grenzen der Dosen, welche die Gärung hemmen, sind bei den letzteren breiter, also sind sie antifermentativ wirksamer als die ersteren.

5. Es scheint, daß ein organischer Körper um so kräftiger gärungshemmend wirkt, je reicher er an Kohlenstoffgehalt ist.

6. Dagegen ist in der Gruppe der Benzolderivate ein organisches Mittel um so schwächer, je mehr es Hydroxyle enthält.

7. Wendet man mehrere Antiseptika zugleich an, so wird dadurch deren Wirkung gesteigert.

8. Die Kombination von organischen Körpern mit unorganischen ist kräftiger, als die verschiedener organischer.

Folgende Tabelle giebt die schwächsten Konzentrationen, welche eine aufhebende Wirkung äußern und die stärksten Konzentrationen, welche eine Beschleunigung der Gärung hervorrufen, an:

	Die schwächste aufhebende Konzentration	Die stärkste beschleunigende Konzentration
1. Sublimat	1 : 20 000	1 : 300 000
2. Kaliumpermanganat	1 : 10 000	1 : 100 000
3. Kupfersulphat	1 : 4 000	1 : 600 000
4. Brom	1 : 4 000	1 : 50 000
5. Thymol	1 : 3 000	1 : 20 000
6. Benzoësäure	1 : 2 000	1 : 10 000
7. Salizylsäure	1 : 1 000	1 : 6 000
8. Chinin	1 : 400	1 : 80 000
9. Karbolsäure	1 : 200	1 : 1 000
10. Schwefelsäure	1 : 100	1 : 10 000
11. Resorcin	1 : 100	1 : 2 000
12. Pyrgallol	1 : 50	1 : 4 000
13. Borsäure	1 : 25	1 : 8 000
14. Chloralhydrat	1 : 25	1 : 1 000

Im Hinblick auf diese Zahlen ist daran zu erinnern, daß dieselben nur für

die angegebenen Versuchsbedingungen gelten, während die oben angeführten Sätze eine gewisse allgemeine Geltung beanspruchen.

Ueber das Verhalten einiger Säuren gegen die Hefe liegen Untersuchungen von Märcker und seinen Schülern und von Hayduck vor, deren Ergebnisse das Interesse der Praxis beanspruchen. Märcker fand, daß flüchtige Fettsäuren in hohem Grade gärungshemmend zu wirken vermögen. Solche Säuren kommen gelegentlich in Branntweinmaischen (Melassemaischen) vor. Hayduck zog folgende Säuren in den Kreis seiner Untersuchung: Schwefelsäure, Salzsäure, Phosphorsäure, Milchsäure und Bernsteinstäure.

Als allgemeines Ergebnis jener Untersuchungen stellte sich folgendes heraus:

1. Die erwähnten Säuren, sowie die von Märcker, Neale und Werenskiold untersuchten flüchtigen Fettsäuren schädigen die Thätigkeit der Hefe, wenn der Säuregehalt der Gärungsflüssigkeit einen gewissen Grad überschreitet. Dabei wirken verschiedene Säuren in sehr ungleichem Maße gärungsstörend.

Am schädlichsten wirken die Buttersäure und die Capronsäure, demnächst die Propionsäure und die Ameisensäure, weniger schädlich die Essigsäure. Von dem im Brennereibetriebe dann und wann verwendeten Mineralsäuren lassen sich die Schwefelsäure und die Salzsäure mit Rücksicht auf gärungshemmende Eigenschaften der Ameisensäure an die Seite stellen, während die Phosphorsäure ungefähr in derselben Konzentration die Gärung stört, wie die Essigsäure.

Höchst bemerkenswert ist, daß von der Milchsäure erheblich größere Mengen erforderlich sind, als von den eben genannten Säuren.

2. Der schädigende Einfluß der Säuren äußert sich auf die Gärwirkung und auf das Wachstum der Hefe nicht in gleicher Stärke. Im allgemeinen wird das Wachstum der Hefe schon durch einen geringeren Säuregehalt geschädigt, als die Gärwirkung der Hefe.

3. Sehr geringe Säuremengen können einen, die Gärwirkung und die Hefeentwicklung fördernden Einfluß haben.

Diese Thatsache ist zunächst nur für die Milchsäure und Schwefelsäure ermittelt worden. Für diese Säuren finden wir also hier bereits ein Verhalten nachgewiesen, welches nach Biernacki charakteristisch für sämtliche gärungshemmend wirkende Stoffe zu sein scheint.

Hayduck verwendete für seine Versuche 400 cc einer 10proz. Rohrzuckerlösung, in welcher 10 g Preßhefe verteilt wurden. Die Gärtemperatur war 30° C. Bei dieser Versuchsanstellung ergaben sich folgende Werte:

Die Gärung wurde gefördert durch	Schwefelsäure 0,02 pCt. Milchsäure 0,2—1,0 „
Die Hefeentwicklung wurde geschädigt durch	Schwefelsäure 0,2 pCt. Salzsäure 0,1 pCt. merklich, 0,18 pCt. stark. Phosphorsäure 0,4—0,5 pCt. Milchsäure 2,5 pCt. ungefähr.
Die Gärung wurde unterdrückt durch	Schwefelsäure 0,7 pCt. Salzsäure 0,5 pCt. Phosphorsäure, bei 1,3 pCt. noch bemerkbare Gärung. Milchsäure 4,6 pCt. noch sehr langsame Gärung.

Die Hefeentwicklung wurde gefördert durch { Schwefelsäure 0,02 pCt. / Milchsäure 0,1—0,5 pCt.

Die Hefeentwicklung wurde geschädigt durch { Schwefelsäure 0,07 pCt. / Milchsäure 1,5 pCt.

Die Hefeentwicklung wurde unterdrückt durch { Schwefelsäure 0,2 pCt. / Milchsäure 4,0 pCt. (Spuren von Sproßbildung).

Eine hervorragend praktische Bedeutung hat in neuester Zeit die Fluorwasserstoffsäure und deren Alkalisalze im Betriebe der Spiritusfabrikation als Antiseptika erhalten. Der Wert der Antiseptika für die Praxis der Alkoholgewinnung beruht darauf, daß Nebengärungen (Spaltpilzgärungen) durch solche Mittel unterdrückt werden, ohne daß die Hefe in ihrer Gärthätigkeit gehemmt wird. In dieser Beziehung leistet die Fluorwasserstoffsäure und deren Salze vortreffliche Dienste, da schon sehr geringe Mengen in jener Richtung erfolgreich wirken. Nach J. Effront, welcher auf Grund eingehender Studien dazu kam, die Anwendung der Flußsäure in der Praxis zu empfehlen, genügen 5—15 mgr der Flußsäure oder von Fluoriden auf 100 cc Maische, um die Entwicklung von Spaltpilzen zu verhindern, ohne Beeinträchtigung der Hefe. (Vgl. Spiritusfabrikation.)

Durch weitere Untersuchungen über die Einwirkung der Flußsäure und der Fluoride kam Effront im wesentlichen zu dem gleichen allgemeinen Ergebnis wie Biernacki, Märcker und Hayduck für die von ihnen geprüften Stoffe, indem er fand, daß bestimmte kleine Dosen die Gärwirkung und die Hefevermehrung verstärken, steigende Mengen hemmend und schließlich aufhebend auf beide Vorgänge wirken.

Bei Versuchen mit 20prozentiger (Balling) Malzwürze und mit Anwendung von Fluorammonium ergaben sich folgende Verhältnisse:

Bis zu einer Dosis von 6 mgr Fluorid auf 100 cc Würze trat eine Steigerung in der Hefevermehrung ein.

Die gärende Kraft erreichte ihr Maximum mit 30 mgr, während nicht die geringste Wirkung in Bezug auf die Hefevermehrung stattfand.

Mit 50 mgr hat die Zahl der Hefezellen bereits beträchtlich abgenommen, während die Gärwirkung noch eine Steigerung aufwies.

Bei einer Dosis von 300 mgr hörte die Entwicklung der Hefe fast völlig auf und auch die Gärwirkung erfuhr eine sehr beträchtliche Abschwächung.

Effront experimentierte mit verschiedenen Hefearten, nämlich mit Sacch. Pastorianus I, Bourton (Oberhefe), Carlsberg No. 1 (Unterhefe), und Sacch. cerevisiae I Hansen (Oberhefe). Dabei ergab sich, daß die Intensität der Einwirkung der Fluoride auf jene Hefen verschieden ist. Am empfindlichsten gegen die Fluoride zeigte sich Pastorianus I.

Bemerkenswert ist ferner die Beobachtung Effronts, daß Hefe, welche durch Behandlung mit einer 300 mgr Fluorammonium pro 100 cc enthaltenden Würze (20 pCt. Balling) geschwächt wurde, in einer Würze ohne Flußsäurezusatz wieder eine normale Entwicklung und Gärthätigkeit zu entfalten vermag. Spaltpilze dagegen werden bei der gleichen Behandlung völlig vernichtet.

Bestätigen sich diese Betrachtungen Effronts auch im praktischen Betriebe, so dürfte durch Anwendung der Fluoride die Handhabung der Hefereinzucht in der Spiritusfabrikation wesentlich erleichtert werden.

Schließlich muß hier noch bemerkt werden, daß die vorstehenden Angaben über den Einfluß der Konzentration der Zuckerlösungen, der Temperaturverhältnisse, der Anwesenheit von Antiseptika u. s. f., immer nur für die jeweils eingehaltenen Versuchsbedingungen Geltung haben, wie das schon wiederholt betont wurde, ferner, daß dieselben aber auch insofern lediglich einen orientierenden Wert besitzen, als sich der Einfluß jener Faktoren unter sonst gleichen Bedingungen auf verschiedene Hefearten verschieden äußern wird. Es geht dies schon aus den oben erwähnten Versuchen von Effront hervor. Aber auch sonst liegen eine Reihe Beobachtungen vor, welche jene Thatsache bestätigen. So berichtet unter anderem Delbrück über eine Hefe, welche in einer Rohrzuckerlösung 18 V.-pCt. Alkohol zu produzieren vermochte, sich also weit weniger empfindlich für die Anhäufung von Alkohol in der Flüssigkeit erwies als die meisten andern Hefen. Unter veränderten Verhältnissen gab die gleiche Hefe nur 11,2 V.-pCt. Alkohol.

Will man sich bei der Anwendung von Antisepticis den größtmöglichsten Erfolg sichern, so darf man nicht blindlings vorgehen, indem man eine bestimmte Dosis für alle Fälle zusetzt, sondern man hat der Natur der Fermentorganismen, welche man unterdrücken oder fördern will, und der Beschaffenheit der Nährflüssigkeit entsprechend Rechnung zu tragen. So kommt z. B. für die Flußsäure in letzterer Beziehung der Säuregrad (Milchsäure) in der Maische wesentlich in Betracht, insofern derselbe die Wirkung der Flußsäure bedeutend verstärkt. Man wird also je nach dem Säuregrad mehr oder weniger Flußsäure zusetzen müssen, um den gleichen Erfolg zu erzielen. Bei Außerachtlassung dieser durch die neuesten Untersuchungen klar gelegten Regel läuft man insbesondere bei Anwendung der Flußsäure leicht Gefahr, daß man das Gegenteil von dem erreicht, was man im Auge hat, statt einer Förderung eine Schädigung des Gärungsvorganges.

Sproßpilze, welche keine endogenen Sporen bilden. Solche Sproßpilze sind in der Natur weit verbreitet. In den Gärungsbetrieben finden sie sich gelegentlich als Verunreinigungen der Kulturhefe. Sie sind teils unschädlich, teils bringt ihr Auftreten Störungen mit sich.

Hierher gehören verschiedene hefeartige Formen, welche Pasteur unter dem Namen Torula beschreibt. Hansen beobachtete viele verschiedene Arten, deren er sieben genauer beschrieben. Sie besitzen teils kugelige, teils gestreckte Formen, und vermehren sich in den meisten Fällen nur durch Sprossung, selten durch Mycelbildung.

Gegen Zuckerlösungen verhalten sie sich sehr verschieden. Manche Arten vermögen eine kräftige Alkoholgärung zu erregen, andere vergären nicht die Maltose, wieder andere bilden kein Invertin und vergären den Rohrzucker nicht.

Ferner sind hier zu erwähnen der Saccharomyces apiculatus und Saccharomyces mycoderma.

Ersterer ist in der Natur sehr verbreitet. In der warmen Jahreszeit lebt er auf süßen Früchten, wie Kirschen, Pflaumen, Weintrauben. Im Winter fand ihn Hansen im Erdboden, wohin er durch den Regen oder mit abfallenden Früchten gelangt. Häufig kommt er bei der Hauptgärung des Weines vor. Bei der Nachgärung desselben tritt er zurück. Er besitzt eine sehr charakteristische Gestalt, indem seine Zellen an beiden Polen zugespitzt (apikuliert) erscheinen.

In Bierwürze gezüchtet, verhält er sich nach Hansen wie Unterhefe. Er lieferte jedoch nur 1 pCt. Alkohol, wo S. cerevisiae (Unterhefe) 6 pCt. erzeugte, da er Maltose nicht vergären kann. Auch scheidet er kein Invertin ab. In 10- und 15 prozentigen Dextroselösungen lieferte er bei Gegenwart von Nährstoffen bis 3 V.-pCt. Alkohol.

Mycoderma cerevisiae und vini (Saccharomyces Mycoderma). Ueber diese Pilze besitzen wir trotz der umfangreichen Litteratur noch geringe Kenntnisse. Neuere Untersuchungen weisen darauf hin, daß es mehrere Arten giebt.

Im allgemeinen sind sie dadurch charakterisiert, daß sie auf Bier oder Wein eine dünne oder dicke, glatte oder runzelige Haut von matt hellgrauer oder weißlich gelber Farbe bilden.

Hansen erhielt derartige Vegetationen auf Lagerbier bei —2 bis 15° C. Der Pilz entwickelt sich noch bei 33° C. Da indessen die niedrigen Temperaturen seiner Entwicklung besonders günstig sind, so kann sein Auftreten im Lagerkeller zu Störungen Veranlassung geben.

Die Zellen sind von verschiedener Form und Größe, meist gestreckt ellipsoidisch. In älteren Zellen findet man stark lichtbrechende Fetttröpfchen. Nach Hansen, Zopf, Lasché u. a. vermehren sie sich nur durch Sprossung. Lindner berichtet dagegen über eine Kahmhefe, welche in hohem Grade befähigt ist, Sporen zu bilden, wodurch eine vielfach bestrittene ältere Angabe von de Seynes bestätigt wird.

Nach Hansen sind die hellgrauen, hautartig ausgebreiteten oder schalenartig vertieften Flecken, welche die Kahmhefe auf Würzegelatine hervorrufen, mikroskopisch von denen anderer Hefen leicht zu unterscheiden.

Mannigfach sind die Veränderungen, welche sie in den Nährsubstraten hervorzubringen vermögen. In Bierwürze vermögen sie — allerdings nur in sehr geringem Grade — Alkohol zu erzeugen. An der Oberfläche weingeistiger Flüssigkeiten bewirken sie Oxydationsgärungen, indem in einigen Fällen der Alkohol zu Kohlensäure und Wasser, in anderen zu Essigsäure oxydiert wird.

Nach Lindner giebt es Kahmhefen, welche in Würze zusammengesetzte Aether erzeugen.

Manche Arten sind befähigt, Würzegelatine zu verflüssigen, anderen fehlt diese Eigenschaft.

Spaltpilz-Gärungen.

Die Spaltpilze oder Bakterien sind die kleinsten Organismen, welche man kennt. Sie treten in verschiedenen Formen auf, nach denen man vorläufig die einzelnen Arten unterscheidet. Es hat sich indessen gezeigt, daß auch ein und dieselbe Bakterienart in sehr verschiedenen Formen auftreten kann. Zur genauen Charakterisierung der Arten sind daher eine Reihe anderer, insbesondere physiologischer Merkmale heranzuziehen.

Die Vermehrung der Bakterien erfolgt durch Teilung und durch Sporenbildung im Innern der Zelle.

Von den verschiedenen Wuchsformen giebt Fig. 154 ein Bild. Die einfachste Form ist die der Kugel oder die Kokkenform. Je nach der Größe derselben unterscheidet man Mikro- und Makrokokken 1—5. Die Kokkenform geht allmählich über in die der Kurzstäbchen (Bakterien 6, 7, 9). Längere Stäbchen bezeichnet man als

Bazillen (8). Wenn diese in der Mitte erweitert und an den Enden zugespitzt erscheinen, tritt die Clostridiumform auf (10). Die Stäbchenform geht dann endlich über in die Fadenform (11—16), welche man in Vibrio, Spirillum, Spirochäte u. s. w. unterscheidet. 17 stellt sogenannte Involutionsformen dar, 18 und 19 keimende Sporen.

Mit Ausnahme der Milchsäuregärung, deren man sich in der Brennerei für die Zwecke der Kunsthefenbereitung bedient, sucht man im Betriebe der Spiritusfabrikation und Bierbrauerei das Auftreten von Spaltpilzen und von diesen verursachter Gärungen möglichst zu vermeiden.

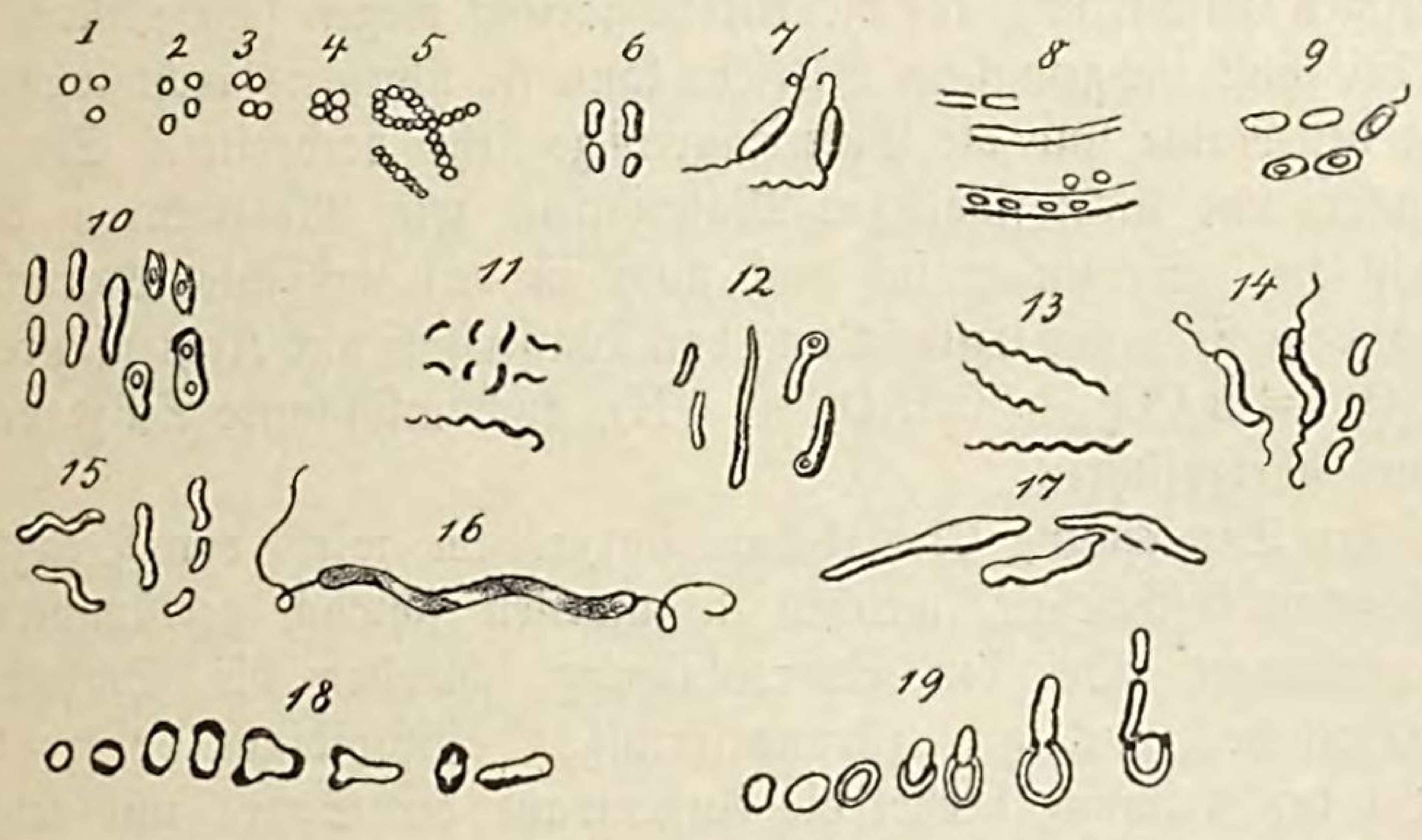


Fig. 151. Wuchsformen von Bakterien nach Koch, Prazmowski und Hueppe. 1, 2, 3, 4, 5 Kokkenformen. 6, 7, 8, 9, 10 Stäbchenformen. 11—16 Schraubenformen. 17 Involutionsformen. 18, 19 keimende Sporen.

Dagegen spielen Spaltpilzgärungen beim Reifen des Käses unzweifelhaft eine wichtige Rolle (s. dort).

Ebenso beruht die Essigfabrikation aus alkoholischen Flüssigkeiten auf einer Spaltpilzgärung.

Die Milchsäuregärung.

Milchsäure wird aus den Zuckerarten durch verschiedene Spaltpilze erzeugt. Dabei tritt dieselbe als Hauptprodukt, jedoch nicht als einziges Produkt auf. Daneben entsteht Kohlensäure und je nach der Art des Gärungserregers vielleicht noch andere Körper. So will man Alkohol und Mannit beobachtet haben.

Das Milchsäureferment der Hefemaische (s. Spiritusfabrikation) stellt kurze Stäbchen dar, welche häufig zu mehreren aneinandergereiht sind und eine lebhaft wimmelnde Bewegung zeigen.

Die günstigste Temperatur für die Entwickelung dieses Fermentes und die Säurebildung liegt bei 40—50° C.

Die entstehende Milchsäure ist der Entwicklung und Gärwirkung des Pilzes hinderlich und hebt letztere bei einem gewissen Konzentrationsgrade (bei etwa 1 pCt.) ganz auf. Will man daher größere Mengen Milchsäure erzeugen, so sorgt man durch einen Zusatz von Kalciumkarbonat zu der gärenden Flüssigkeit dafür, daß sich keine freie Säure anhäufen kann.

Milchsäurebakterien finden sich fast allenthalben in der Luft und siedeln sich auf geeigneten Nährsubstraten, wie sie Bier- und Branntweinmaischen u. dergl. darstellen, alsbald an. Um daher Infektionen an Stellen, wo man keine Milchsäure haben will, zu vermeiden, hat man darauf zu achten, daß keine Maischreste liegen bleiben und überhaupt die größte Reinlichkeit im Betriebe gehandhabt werde.

Die Buttersäuregärung.

Wie Milchsäuregärung, so kann, wie es scheint, auch Buttersäuregärung durch verschiedene Spaltpilze erregt werden. In den Gärungsbetrieben ist dieselbe ihrer ungünstigen Einwirkung auf die Alkoholgärung wegen sehr gefürchtet. Durch Reinlichkeit bei sonst sachgemäßem Betriebe kann sie übrigens recht wohl vermieden werden. In der Natur sind die Buttersäurepilze sehr verbreitet. Sie siedeln sich daher auf zucker- und stickstoffhaltigen Materialien, wie Malzwürzen, Rübensäften u. dergl. leicht an. Sie finden sich auch auch in den naßfaulen Kartoffeln. Den Zucker verwandeln sie unter Entwicklung von Wasserstoff und Kohlensäure in Buttersäure ($C_6H_{12}O_6 = 2\,CO_2 + C_2H_4O_8 + 4\,H$), auch milchsaure Salze vermögen sie in Buttersäure überzuführen.

Unter der Bezeichnung Clostridium butyricum wird von Prazmoski ein Buttersäureferment beschrieben, welches in zuweilen schwach gekrümmten Stäbchen und Fäden vorkommt. Bei der Sporenbildung schwellen die Stäbchen an und zeigen eigentümliche spindlige, zitronenförmige, ellipsoidische oder keulenartige Formen. Bei der Keimung berstet die Außenwand der Spore und letztere wächst in der Richtung der Längsachse zu einem Stäbchen aus. Die günstigste Temperatur für die Entwicklung des Pilzes liegt bei 40° C. Gegen höhere Temperaturen (60° C bereits) ist er sehr empfindlich. Die Sporen dagegen überdauern eine mehrstündige Einwirkung von 90° C. Nach Pasteur vermag sich das Buttersäureferment ohne Zutritt von Sauerstoff zu entwickeln.

Die Essigsäuregärung.

Essigsäure findet sich, wenn auch nur in Spuren, fast regelmäßig in gegorenen Flüssigkeiten. Die flüchtige Säure in der Branntweinmaische, in Bier und Wein besteht fast ausschließlich aus Essigsäure. Sie entsteht aus dem Alkohol durch die oxydierende Thätigkeit des Essigsäurepilzes, welcher den Sauerstoff der Luft auf den Alkohol überträgt. Die Morphologie des Essigsäurefermentes ist zuerst von Hansen eingehend studiert worden. Dasselbe tritt in langen Ketten mit stundenglasförmigen Gliedern auf, teils als Bakterium und Bazillus, teils mit ausgebuchteten Formen. Auf Bier und anderen gegorenen Flüssigkeiten bildet es eine Haut (Mycoderma aceti oder Pastorianum). Hansen entdeckte zwei verschiedene Arten von Mycoderma aceti, welche sich durch Verhalten gegen Jod unterscheiden. Die eine Art wird durch Jod gelb gefärbt, die andere blau. Im übrigen verhalten sich beide völlig gleich. Als günstigste Temperatur für die Essigbildung fand Hansen 33° C. Unter Umständen vermag der Pilz die Essigsäure weiter zu Kohlensäure zu oxydieren.

Sarcinaorganismen.

Als mehr oder weniger unliebsame Begleiter der Hefe kommen in den Gärungsbetrieben noch verschiedene Spaltpilze vor. Unter diesen sind besonders die

von Hansen und von P. Lindner studierten Sarcinaorganismen zu erwähnen, welche teils einzeln als Mikrokokken, teils zu zweien und vieren gruppiert, teils perlschnurartig auftreten. In physiologischer Beziehung haben sich nach Lindner sämtliche Arten als Säurebildner erwiesen und zwar erzeugen sie vorzugsweise Milchsäure. Im Biere vermögen bestimmte Formen Trübungen und unangenehme Geschmacksveränderungen zu bewirken. Bei 60° C. werden sämtliche Arten schon nach kurzer Zeit getötet.

Die chemischen Fermente oder Enzyme.

Im pflanzlichen und im tierischen Organismus kommen eine Reihe von Substanzen vor, welche durch höchst merkwürdige Wirkungen eine hervorragende Bedeutung für die Stoffumwandlung und die Entwicklung des Organismus besitzen. Jene Substanzen, welche man als chemische Fermente oder Enzyme bezeichnet, vermögen unter geeigneten Bedingungen, während sie selbst nur in äußerst geringer Menge anwesend sind, große Mengen organischer Substanz umzuwandeln. Ihre Wirkung ist in den weitaus meisten Fällen eine hydratisierende, d. h. sie bewirken, daß Körper, welche ihrer Einwirkung zugänglich sind, Wasser aufnehmen und hierdurch in neue Körper zerfallen. Ihrem chemischen Charakter und ihrer noch wenig gekannten Zusammensetzung nach können sie als den Eiweißstoffen nahestehend betrachtet werden, aus welchen sie jedenfalls durch einen noch unbekannten Prozeß hervorgehen. Vielfach wurde die Ansicht geäußert, die chemischen Fermente seien überhaupt keine chemischen Körper von konstanter Zusammensetzung, sondern die Eigenschaften, welche dieselben charakterisierten, kämen unter Umständen jedem Proteïnkörper in einem gewissen Stadium der Zersetzung zu. Diese Ansicht, welche aus der Zeit stammt, wo man die Rolle der Mikroorganismen bei der Zersetzung organischer Substanzen noch nicht kannte, entspricht jedenfalls nicht den thatsächlichen Verhältnissen. Nach dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens müssen wir in den Enzymen unstreitig bestimmte chemische Körper annehmen, wenn man auch noch nicht mit aller Bestimmtheit behaupten kann, daß es gelungen wäre, eines derselben in völlig reinem Zustande und mit gänzlich ungeschwächter Fermentkraft zu isolieren.

Nach den Körpern, auf welche die Enzyme einwirken, können wir vier Gruppen derselben unterscheiden:

1. Enzyme, welche Kohlenhydrate umzuwandeln vermögen,
2. Proteïn umwandelnde,
3. Glykoside spaltende,
4. Fett spaltende Enzyme.

Für den uns hier beschäftigenden Gegenstand der landwirtschaftlichen Technologie besitzt vorzugsweise die erste Gruppe eine hervorragende Bedeutung, dann mit Bezug auf die Käsebereitung die der proteïnumwandelnden Fermente.

1. Enzyme, welche Kohlenhydrate umwandeln. Hierher gehören die diastatischen Enzyme, ferner Glykase, Ptyalin, Pankreatin und Invertin.

Die diastatischen Enzyme. Als Diastase bezeichnet man das Enzym der gekeimten Gerste, des Malzes, welches die Stärke in Dextrin, Isomaltose

und Maltose umwandelt, und welches in der Spiritusfabrikation bei der Verarbeitung stärkemehlhaltiger Stoffe, sowie in der Bierbrauerei eine so hervorragende Rolle spielt.

Wir können zwei diastatische Fermente unterscheiden. Das eine die „eigentliche" Diastase, wenn dieser Ausdruck gestattet ist, entsteht erst bei der Keimung der Getreidearten, besonders reichlich beim Keimen der Gerste und des Weizens. Nach den Untersuchungen von Brown und Morris wird sie im Aufsaugeepithel durch eine secernierende Thätigkeit der Zellen gebildet. Brown und Morris bezeichnen sie daher auch als Sekretionsdiastase (vergl. Malzbereitung).

Das andere diastatische Ferment findet sich schon im ruhenden Samen und ist in geringerer Menge als erstere auch im gekeimten Korne vorhanden. Sie entsteht in den Zellen des Embryo überall, wo transitorische Stärke auftritt, welche sie zu lösen vermag. Brown und Morris nannten das Enzym Translokationsdiastase.

Für die Praxis der Brennerei und Bierbrauerei besitzt die Sekretionsdiastase bei weitem die größere Bedeutung. Sie allein vermag die Kartoffelstärke und die Getreide- (Malz-) Stärke energisch aufzulösen. Der Umwandlung in Maltose und Dextrin muß aber die Lösung der Stärke vorausgehen.

Die Translokationsdiastase dagegen besitzt kaum ein Lösungsvermögen für jene Stärkearten. Sie vermag daher erst dann eine kräftige Verzuckerung herbeizuführen, wenn man ihr jene Stärkearten in Lösung darbietet.

Gersten-, Weizen und Roggenstärke werden von der Sekretionsdiastase (der eigentlichen Diastase) schon bei gewöhnlicher Temperatur in unverkleistertem Zustande, wenn auch sehr langsam, aufgelöst und umgewandelt. Die Kartoffelstärke wird unter diesen Umständen nicht angegriffen. Für eine energische Einwirkung der Diastase ist jedoch stets eine Verkleisterung der Stärke erforderlich und die Anwendung einer bei 60° C liegenden Temperatur.

Die Fermentwirkungen sind ganz allgemein in hohem Grade abhängig von der Einwirkungstemperatur. Für jedes Ferment läßt sich eine Optimumstemperatur ermitteln, bei welcher von der verhältnismäßig geringsten Menge derselben in der kürzesten Zeit die kräftigste Umwandlung erzielt wird. Ferner giebt es für jedes Ferment eine Temperaturgrenze, bei welcher seine Wirksamkeit erlischt.

Bei der Stärke-Umwandlung durch Diastase liegen die Verhältnisse insofern verwickelt, als je nach der Temperatur das Mengenverhältnis der Umwandlungsprodukte und selbst die Natur derselben eine verschiedene ist (s. die Stärke-Umwandlung durch Diastase, S. 66). Als diejenige Optimumtemperatur, bei welcher in kürzester Zeit am meisten Maltose und am wenigsten Dextrin entsteht, ist für die (Sekretions-) Diastase 50—55° C, für die Stärke nichtlösende Diastase 45—50° C anzusehen.

Wässerige Lösungen von Diastase werden schon durch Erwärmen auf 40° C, (stärker mit steigender Temperatur) in ihrer Fermentkraft geschwächt. Erheblich geringer ist die Schwächung, wenn Stärke zugegen ist, die Diastase also Gelegenheit hat, ihre Wirksamkeit zu entfalten.

Bei 80° C wird die Wirkung der diastatischen Fermente völlig aufgehoben.

Man kann sich aus dem Malze in folgender Weise leicht ein diastatisches Präparat von kräftig lösender und verzuckernder Wirkung verschaffen:

Ein Teil Grün- oder Luftmalz werden mit zwei bis vier Teilen Wasser oder 20prozentigen Alkohols mehrere Stunden bei gewöhnlicher Temperatur extrahiert. Der filtrierte Auszug wird mit dem doppelten Volumen absoluten Alkohols versetzt. Der durch Abgießen und Filtration von der Flüssigkeit getrennte Niederschlag wird mit absolutem Alkohol und darauf mit Aether gewaschen und im Vakuum bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet. Man erhält so ein lockeres, gelblich-weißes Pulver von kräftiger diastatischer Wirkung (Rohdiastase).

Durch wiederholtes Auflösen und Fällen mit Alkohol kann man das Präparat reinigen.

Die Elementar-Analyse einer derartig gereinigten Diastase aus Gerstenmalz ergab folgende Werte:

C	H	N	S	O	
46,66	7,35	10,42	1,12	34,45	Lintner.
46,80	7,44	9,98	1,14	34,64	Szilágyi.

Die Proteïnsubstanzen haben durchschnittlich 16 pCt. Stickstoff. Wenn nun auch nicht mit Sicherheit behauptet werden kann, daß die analysierten Diastasepräparate völlig rein waren, so ist die Abweichung in der Zusammensetzung derselben gegenüber den Proteïnsubstanzen doch zu groß, als daß man sie mit mangelnder Reinheit erklären könnte.

Säuren fördern nur in äußerst starker Verdünnung die Diastasewirkung in geringem Grade, außerdem hemmen sie dieselbe oder heben sie (in stärkerer Konzentration) ganz auf.

Eine alkalische Reaktion ist stets schädlich, ebenso die Gegenwart von Salzen gewisser Schwermetalle (Kupfervitriol, Quecksilberchlorid u. a.).

Das diastatische Ferment der nicht gekeimten Samen konnte man bis jetzt nicht mit kräftiger Wirkung isolieren. —

Glykose nannte Cuisinier ein Enzym, welches er in nichtgekeimtem Getreide fand und welches die Fähigkeit besitzt, Stärke, nachdem dieselbe durch Diastase in Maltose und Dextrin umgewandelt ist, in Dextrose überzuführen.

Das Enzym, welches im Mais am reichlichsten vorzukommen scheint, ist sehr schwer löslich. Man verwendet daher, wenn man mit demselben Dextrose gewinnen will, zweckmäßig statt eines wässerigen Auszuges von Mais letzteren direkt, indem man die Lösung der umzuwandelnden Kohlenhydrate mit Maisschrot anfüllt.

Geduld hat eine Methode zur Isolierung des Enzyms angegeben. Nach demselben vermag die Glykose Stärke nicht zu lösen, lösliche Stärke wird nur sehr schwach angegriffen, Maltose dagegen sehr energisch und Dextrin ebenfalls kräftig umgewandelt.

Die günstigste Temperatur liegt bei 55—60° C, bei 70° C soll das Enzym unwirksam werden.

Da sich auch im gekeimten Getreide etwas Glykose findet, so ist wohl anzunehmen, daß beim Maischprozesse neben Maltose und Dextrin stets mehr oder weniger Dextrose gebildet wird.

Ein celluloselösendes Enzym (Cyto-hydrolist) fanden Brown und Morris in keimender Gerste, in welcher es wie die (Sekretions-)Diastase im Aufsauge-Epithel entsteht. Während der Keimung werden durch dasselbe die Häute der Endospermzellen aufgelöst. Das Enzym kann mit Wasser aus dem Malze gelöst und wie die

Diastase durch Alkohol gefällt werden. Bis jetzt ist es nicht gelungen, das cyto-hydrolytische Enzym frei von Diastase darzustellen, aber es sprechen verschiedene Umstände dafür, daß die beiden Enzyme gänzlich verschieden sind. Bei 60° C wird die Wirkung jenes Enzyms beinahe ganz aufgehoben. Die Umsetzungsprodukte der Cellulose durch die Einwirkung desselben sind noch nicht bekannt. Brown und Morris stellten hierüber eine Mitteilung in Aussicht.

Das Invertin (Invertase) kommt in allen Kulturhefen vor. Im Wasser löslich, geht es bei der Gärung in die gärende Flüssigkeit über und kann aus vorsichtig getrockneter Hefe leicht in größerer Menge ausgezogen und aus der Lösung durch Alkohol gefällt werden. Es spaltet wie die verdünnten Mineralsäuren den Rohrzucker in Dextrose und Levulose. Am intensivsten wirkt es in 20prozentigen Rohrzuckerlösungen bei 52—56° C. Bei 70° C verliert es seine Wirkung. (Kjeldahl.)

Bei einer Temperatur von 50° C, bei welcher Hefe nicht mehr gärt, kann man statt eines Auszuges zur Invertierung diese selbst anwenden.

Zu den stärkeumwandelnden Fermenten gehören ferner das Ptyalin, welches im Speichel vorkommt, und das Pankreatin im Sekrete der Bauchspeicheldrüse. Beide Enzyme spielen bei der Verdauung stärkehaltiger Nahrungsmittel eine wichtige Rolle. Beide verwandeln die Stärke in Maltose und bei längerer Einwirkung in Dextrose. Möglicherweise ist jedoch auch hier die Dextrosebildung auf ein bisher unbeachtet gebliebenes besonderes Enzym (Glykose) zurückzuführen.

2) Proteïn umwandelnde Fermente. Nicht minder wichtig als die diastatischen sind die auf Proteïnstoffe einwirkenden Fermente für die Stoffmetamorphose im Organismus. Solche Fermente kommen im Pflanzen- und insbesondere im Tierkörper vor und werden mit den Namen Pepsin, Trypsin, Pflanzenpepsin, Papaïn, bezeichnet. Sie verwandeln die Eiweißkörper, die teils ungelöst, teils koagulierbar, d. h. in unlöslichen Zustand überführbar sind, in Peptone, das sind diffusible, leicht lösliche, nicht koagulierbare Proteïnsubstanzen. Allem Anscheine nach ist die Peptonbildung gleichfalls als ein Hydrationsprozeß aufzufassen.

Die Pepton bildenden Fermente wirken am besten in schwachsaurer Lösung bei Bluttemperatur 37° C.

Die tierischen Fermente Pepsin, Trypsin, welche im Magen- bezw. Darmsafte vorkommen, sind bei der Eiweißverdauung von Bedeutung.

Das Papaïn, das schon in neutraler Lösung wirkt, ist in dem Milchsafte von Carica papaya, ferner in dem des gewöhnlichen Feigenbaumes aufgefunden worden.

Ein peptonisierendes Enzym nimmt man auch im Darrmalze an; doch scheint die Anwesenheit eines solchen, wenigstens nicht in allen Fällen, mit Sicherheit erwiesen.

Peptonisierende Enzyme sind zweifellos auch beim Reifungsprozesse des Käses beteiligt.

An die Pepton bildenden Enzyme reiht sich an das Labferment, welches am reichlichsten im Kälbermagen vorkommt und bei der Käsebereitung ausgedehnte Verwendung findet. (S. Käsebereitung.) Dasselbe bewirkt die Ausscheidung des Caseïns der Milch in geronnenem (festem) Zustande.

Labähnliche Enzyme scheinen auch im Pflanzenreiche vorzukommen und von gewissen Bakterien ausgeschieden zu werden.

3) Glykoside spaltende Fermente. Unter Glykosiden versteht man eine Reihe im Pflanzenreiche vorkommender Stoffe, welche aus einer esterartigen Verbindung von Zucker (meist Dextrose) mit chemischen Körpern der verschiedensten Klassen bestehen.

Unter dem Einflusse von Fermenten zerfallen dieselben, indem sie Wasser aufnehmen, in Zucker und ihre übrigen Komponenten.

Eines der bekanntesten Glykoside ist z. B. das Amygdalin, welches in den bittern Mandeln vorkommt, ferner in den Kernen der Aepfel, Birnen, Kirschen, Pfirsiche u. s. w.*) Dasselbe besteht aus Benzaldehyd, Blausäure und Dextrose. Das Enzym, welches die Verbindungen in ihre Bestandteile zerlegt, findet sich in dem wässerigen Auszuge von süßen Mandeln und wird Emulsin genannt. Das Emulsin wirkt außer auf Amygdalin auch auf andere Glykoside ein.

Man kennt zahlreiche Glykoside, welche vielleicht stets in der Pflanze von derartigen Enzymen begleitet sind.

4. Fett spaltende Enzyme sind bis jetzt nur im tierischen Organismus aufgefunden worden und zwar im Sekret der Pankreasdrüse und einiger tiefer liegender Darmdrüsen. Dieselben sind im Stande, sowohl die eigentlichen Fette, als auch andere zusammengesetzte Aether des Glyzerins zu spalten.

Theorie der Gärung.

Die auffallenden Erscheinungen der alkoholischen Gärung mußten schon frühzeitig zu Erklärungsversuchen herausfordern. Es ist klar, daß diese Erklärungsversuche zahlreiche Wandlungen durchmachten in dem Maße, als sich die Kenntnisse über den Vorgang vertieften. So steht die Entwicklung der Ansichten über die Gärung im engsten Zusammenhange mit der Entwicklung der experimentellen Forschung auf diesem Gebiete. Es ist hier nicht der Ort, den in vieler Beziehung interessanten Entwicklungsgang des näheren zu verfolgen. Wir müssen uns vielmehr darauf beschränken, lediglich einige der wichtigsten Momente herauszugreifen und den gegenwärtigen Standpunkt der Gärungstheorie, welcher von Nägelis molekularphysikalischer Theorie eingenommen wird, darzulegen.

Nachdem schon Basilius Valentinus Mitte des 15. Jahrhunderts aus dem Wein einen flüchtigen Körper, den Weingeist dargestellt, sah man sich doch erst im 18. Jahrhundert im Besitze der hauptsächlichsten Kenntnisse über den qualitativen Verlauf des Gärungsvorganges. Durch die Untersuchungen von van Helmont (1648), Becher (1696), Mac Bride (1764) und Cavendish (1766) wußte man, daß bei der Gärung die Zuckerarten in Alkohol und Kohlensäure gespalten werden.

Lavoisier (1789) führte dann die erste quantitative Untersuchung des Gärungsvorganges durch und kam, obwohl die von ihm angewendeten Formeln für Aethylalkohol und Zucker unrichtig waren, zu dem im großen ganzen zutreffenden Ergebnis, daß bei der Gärung eine glatte Spaltung in Alkohol und Kohlensäure stattfindet.

*) Die Kirschkerne enthalten nach Lehmann 0,82 pCt., die Pflaumenkerne 0,96 pCt., die Pfirsichkerne 2,35 pCt. Amygdalin.

Thenard, Gay-Lussac, de Saussure berichtigten die Lavoisier'schen Formeln. Thenard zeigte ferner, daß nur etwa 96 pCt. des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure gespalten, 4 pCt. aber in Nebenprodukte verwandelt werden.

Daß zur Einleitung der Gärung ein besonderer Gärungserreger, ein Fermentum erforderlich sei, wurde bereits von van Helmont erkannt. Ueber die Natur des Gärungserregers blieb man aber noch lange im Unklaren. Um hierüber zu sicheren Kentnissen zu gelangen, mußte erst das Mikroskop, als wesentlichstes Hülfsmittel der Forschung, zu größerer Vollkommenheit gelangt sein. Zwar hatte bereits Leuwenhoek (1680) beobachtet, daß die Hefe aus rundlichen oder ovalen Körnchen bestehe, aber die Natur derselben erkannte er nicht. Erxleben (1818) sprach dann vorübergehend die Meinung aus, die Hefe bestehe aus Organismen. Der erste, welcher die Hefe als Pilz erkannte, war Cagniard de Latour (1835). Er erklärte, die Hefe sei ein Pilz, welcher durch Austreiben von Knospen sich vermehre und hiermit eine Entwicklung zeige, welche damals schon bei anderen Pilzen bekannt war. Die Beobachtungen Cagniard de Latours fanden durch den deutschen Physiologen Schwann ihre volle Bestätigung. Cagniard de Latour und noch bestimmter Turpin faßten bereits die Gärung als einen physiologischen Vorgang auf, bei welchem die sich entwickelnde Hefe Zucker als Nahrungsstoff aufnehme und Alkohol und Kohlensäure ausscheide. Diese Anschauung über den Gärungsvorgang trug zum erstenmale der vegetabilischen Natur der Hefe Rechnung. Man bezeichnete daher die Theorie als vitale oder vegetative Gärungstheorie. Dieselbe gelangte indessen zunächst keineswegs zu allgemeiner Anerkennung und zwar vornehmlich durch die Autorität Liebigs, welcher mit einer neuen Theorie, seiner Zersetzungstheorie, hervortrat.

Liebig (1839) betrachtete die Gärung als eine Molekularbewegung, welche ein in Zersetzung begriffener Körper auf einen anderen, aus nicht sehr fest zusammenhängenden Elementen bestehenden Stoff übertrage. Er unterschied zwischen Gärung im engeren Sinne und Fäulnis. Bei ersterer sollte ein in Zersetzung begriffener Körper (der Zucker) nicht im Stande sein, die Bewegung von sich aus zu übertragen, vielmehr sei hierzu eine fremde Ursache, das Ferment, erforderlich, welches die Bewegung einleite und erhalte. Bei letzterer dagegen werde die Zersetzung durch das sich zersetzende Fäulnismaterial (Albuminate) selbst übertragen, so daß die begonnene Fäulnis durch eigene Bewegung fortdauere, nachdem die Ursache, welche den Anstoß gab, unwirksam geworden.

Durch die Untersuchungen von Schwann (1837) und Helmholtz (1843) war bewiesen, daß die Fäulnis ebenso wie die Gärung durch lebende Organismen bewirkt werde, daß somit diese Vorgänge ihrem Wesen nach nicht verschieden sind.

Pasteur (1858) nahm die Versuche Cagniard de Latours wieder auf, deren Ergebnisse er bestätigte und erweiterte.

Liebig suchte darauf seine Theorie, welche die pflanzliche Natur der Hefe außer Acht ließ, mit den Fortschritten der Wissenschaft dadurch in Einklang zu bringen, daß er annahm, der in Zersetzung befindliche Körper, welcher seine Bewegung auf den Zucker übertrage, sei ein Bestandteil der Hefezelle. Dabei stützte sich Liebig hauptsächlich auf die von Pasteur beobachtete Selbstgärung der Hefe, bei welcher in ausgewaschener Hefe bei 30—35° C eine beinahe stürmische Gärung eintrete. Diese Erscheinung wurde dahin gedeutet, daß in den Hefezellen ein in

Zersetzung befindlicher Körper enthalten sei, welcher den Zucker für die Selbstgärung liefere. Bei allen Wandlungen, welche die Liebig'sche Theorie durchmachte, wurde stets der eine Gedanke der Zersetzung festgehalten. Zuletzt (1870) war es das Eiweiß der lebenden Hefezelle, welches durch seine Zersetzung unter Abspaltung von Zucker den Anstoß zur Alkoholgärung geben sollte.

Eine andere Auffassung des Gärungsvorganges ist zuerst von Traube (1858) geltend gemacht worden. Dieselbe — die Fermenttheorie der Gärungschemiker — geht von der bekannten Wirkungsweise der chemischen Fermente oder Enzyme aus, indem angenommen wird, in den Hefezellen sei neben allen anderen Stoffen auch noch ein solcher vorhanden, welcher als Enzym wirke. So hätten die Sproßpilze ein besonderes Alkoholgärungsferment, die verschiedenen Spaltpilze ein Milchsäure-, ein Buttersäureferment u. s. w.

Pasteur, welcher durch seine ausgezeichneten experimentellen Untersuchungen so wesentlich zur Erweiterung unserer Kenntnisse beigetragen, trat 1872 mit einer neuen Theorie der Gärung auf, welche im Gegensatze zu der rein chemischen Zersetzungs- und Fermenttheorie auf dem physiologischen Standpunkte steht.

Pasteur ging von der Annahme aus, daß alle Pflanzen auch die niederen Pilze zu ihrem Leben des Sauerstoffs bedürfen, wofür sie eine entsprechende Menge Kohlensäure ausscheiden. Die Hefenpilze jedoch sollen in dieser Beziehung ein besonderes Verhalten zeigen, indem sie zwar bei Zutritt von freiem Sauerstoff auch am kräftigsten gedeihen, aber bei Mangel an Sauerstoff gewissen, leichter zersetzbaren Verbindungen denselben entziehen und davon leben können. Wenn nun die Hefe freien Sauerstoff vorfinde, so soll sie keine Gärung bewirken. Mangelt ihr jedoch der Sauerstoff, so vermag sie denselben dem Gärmateriale zu entziehen, welches dadurch in seinem molekularen Gleichgewichte gestört, der Zersetzung anheimfällt. (Sauerstoffentziehungstheorie Pasteurs.)

Gegen die zuletzt angeführten Erklärungsversuche — die Liebigsche Zersetzungstheorie, die Fermenttheorie der Chemiker und die Pasteur'sche Sauerstoffentziehungstheorie — wendet sich nun Nägeli 1879 in seinem berühmten Werke:*) „Theorie der Gärung".

Der Liebigschen Zersetzungstheorie entzieht Nägeli die wesentlichste Stütze durch den Nachweis, daß die Selbstgärung, bei welcher etwa 8—13,8 pCt. Alkohol vom Trockengewichte der Hefe entstehe, durch die Anwesenheit von Spaltpilzen bedingt werde, welche die nicht vergärbaren Kohlenhydrate der Hefezelle in vergärbaren Zucker umwandelten. Letzterer werde dann durch die Hefe vergoren.

In Bezug auf die Fermenttheorie erhob Nägeli den Einwand, welcher auch gegen die Liebigsche geltend gemacht werden kann, daß der die Gärung des Zuckers bewirkende Stoff nicht aus der Zelle extrahiert und dargestellt werden kann. Sehr interessant ist der Hinweis auf den physiologischen Unterschied zwischen Gärung und Fermentwirkung, welchen Nägeli der Annahme entgegenstellt, daß das Ferment von den Zellen untrennbar sei. Dieser physiologische Unterschied bezieht sich auf die räumlichen Verhältnisse und die Bedeutung, welche Gärung und Fermenteinwirkung für die Ernährung haben.

---

*) München bei R. Oldenbourg 1879.

In ersterer Hinsicht ist daran zu erinnern, daß die Ursache, welche die Gärung bewirkt, untrennbar mit der Substanz der lebenden Zelle, d. h. mit dem Plasma*) verbunden ist. „Gärung findet nur in unmittelbarer Berührung mit dem Plasma und, soweit die Molekularwirkung desselben reicht, statt. Will der Organismus in Räumen und auf Entfernungen, auf die er keine Macht durch die Molekularkräfte der lebenden Substanz auszuüben vermag, chemische Prozesse beeinflussen, so scheidet er Fermente aus. Die letzteren sind besonders thätig in Hohlräumen des tierischen Körpers, in Wasser, in welchem Pilze leben, in plasmaarmen Zellen der Pflanzen".

In Bezug auf die Bedeutung, welche Gärung und Fermentwirkung für die Ernährung haben, zeigt sich, daß die Fermente in den meisten Fällen unverwertbare Stoffe in verwertbare verwandeln, unlösliche in lösliche, nichtdiosmierende in diosmierende. Sie verwandeln die Albuminate in Peptone, Stärke, Gummi, Cellulose in Glykoseformen u. s. w. Die Gärwirkungen haben gerade den entgegengesetzten Charakter. Ihre Produkte sind ausnahmslos schlechter nährende Stoffe, und sie zerstören vorzugsweise die am besten nährenden. Für den Gärungserreger selbst sind die Gärungsprodukte nicht vorteilhaft. Die Alkoholgärung, die Milchsäuregärung 2c. kommen zum Stillstande, sobald eine gewisse Menge Alkohol, Milchsäure, erzeugt ist. Im allgemeinen wird durch die Gärung eine Nährlösung immer derart verändert, daß ein fremder Pilz darin existenzfähiger ist, als derjenige, welcher die Gärung bewirkt.

In chemischer Beziehung unterscheiden sich Gärung und Fermentwirkung dadurch, daß bei ersterer eine tiefgreifende Zersetzung des Gärmaterials stattfindet meist unter Entwicklung von Kohlensäure, während letztere einfache Spaltungen, welche auch auf anderem Wege mit Säuren, Alkali, Wasser 2c. ausgeführt werden können, bewirken.

Ein sehr bemerkenswerter Unterschied zwischen Fermentwirkung und Gärung scheint noch in thermo-chemischer Beziehung zu bestehen, insofern bei der Gärung Wärme frei wird und Produkte entstehen, welche zusammen eine geringere Menge potentieller Energie enthalten, während bei der Fermentwirkung das Umgekehrte der Fall ist.

Die Pasteursche Theorie widerlegt Nägeli durch Versuche, welche zeigen, daß der Sauerstoff bei der Gärung günstig wirkt. Bei Abwesenheit von Nährstoffen fördert er die Gärwirkung, bei Gegenwart von Nährstoffen befördert er auch die Vermehrung der Hefe.

Nachdem so die bisherigen Theorien einer kritischen Untersuchung nicht Stand zu halten vermochten, unternimmt es Nägeli, eine neue aufzustellen, welche allen beobachteten Erscheinungen Genüge leisten und in Uebereinstimmung mit der jetzigen Molekularphysik sich befinden sollte.

---

*) Unter Plasma (meist Protoplasma genannt) versteht Nägeli den halbflüssigen, schleimigen Inhalt der Pflanzenzelle, der aus wechselnden Mengen von unlöslichen und löslichen Albuminaten besteht. Meistens überwiegt die unlösliche Modifikation; es kann aber auch die lösliche Modifikation fast allein vertreten sein. Nur selten ist es bei Pflanzen möglich und auch notwendig, die beiden Modifikationen zu trennen. Man kann sie dann als Stereoplasma und Hygroplasma bezeichnen (letzteres dem Plasma der Thierphysiologie analog). Nägeli, Th. d. G.

Nägeli ging von der Betrachtung der Fermentwirkung aus, weil dieselbe mit der Gärwirkung zwar nicht identisch, aber doch einigermaßen analog ist.

Die Fermente (Diastase, Invertin ꝛc.) wirken wie verdünnte Säuren, alkalische Lösungen, Wasser, wie man sagt, durch Kontaktwirkung. Das gemeinsame dieser Vorgänge beruht darin, daß der wirkende Körper anscheinend chemisch nicht beteiligt ist, und unbegrenzte Mengen eines anderen Körpers umzuwandeln vermag. Nägeli sucht nun die Erscheinungen der Fermentwirkung auf Grund der Vorstellungen der Molekularphysik zu erklären. Danach haben die Moleküle, abgesehen von allfällig fortschreitenden Bewegungen auch um einen Gleichgewichtspunkt schwingende (unter Umständen rotierende) Bewegungen, und diese schwingenden Bewegungen kommen auch jedem einzelnen Atome und jeder Atomgruppe im Moleküle zu. Mit steigender Temperatur verwandelt die Substanz einen Teil der aufgenommenen freien Wärme in gebundene Wärme oder Spannkraft (spezifische Wärme, Wärmekapazität). Die Erhöhung der Spannkraft besteht darin, daß die Moleküle, sowie deren Atome und Atomgruppen lebhafter sich bewegen und innerhalb größerer Ausschläge schwingen. Bei jeder chemischen Substanz erreicht man durch Erhöhung der Temperatur früher oder später einen Punkt, wo die Bewegungen innerhalb der Moleküle so intensiv werden, daß dieselben zerfallen, sich zersetzen und möglicherweise neue Verbindungen eingehen.

Wenn nun bei einer Temperatur, welche diesen Zerfall noch nicht zur Folge hat, zwei Substanzen innig mit einander gemengt werden (wie in einer Lösung), so daß ihre Moleküle in unmittelbarer Nähe sich befinden und auf einander einwirken, so findet offenbar durch die gegenseitige Einwirkung eine Ausgleichung der vorher ungleichen Bewegungszustände der Moleküle statt, wodurch das frühere Gleichgewicht in den Molekülen gestört wird. Ist die Störung groß genug, so zerfallen dieselben, ist sie geringer, so tritt ein neuer Gleichgewichtszustand an die Stelle.

Verteilt sich beispielsweise Schwefelsäure in einer Dextrinlösung, so werden durch die Bewegungen der Schwefelsäuremoleküle gewisse Schwingungen in den Dextrinmolekülen so gesteigert, daß dieselben unter Aufnahme von Wasser in Glykosemoleküle gespalten werden. Auch die Schwefelsäuremoleküle erfahren durch die Bewegungen der Dextrinmoleküle eine Veränderung in ihren inneren Bewegungszuständen; allein sie sind durch ihre größere Festigkeit vor Zersetzung geschützt.

Wie bei der Kontaktwirkung der Fermente, so werden auch bei der Hefenwirkung molekulare Schwingungszustände übertragen, wodurch das bisherige Gleichgewicht in den Molekülen gestört und dieses zum Zerfallen veranlaßt wird. Als wesentlicher Unterschied stellt sich jedoch dabei heraus, daß das Ferment als einheitliche chemische Verbindung wirkt, während die Hefezelle durch die kombinierten Molekularbewegungen mehrerer Verbindungen, aus denen das lebende Plasma in bestimmten Zuständen besteht, ihre Wirkung ausübt.

Nägeli formuliert nun seine Theorie folgendermaßen:

Gärung ist die Uebertragung von Bewegungszuständen der Moleküle, Atomgruppen und Atome verschiedener, das lebende Plasma zusammensetzender Verbindungen (welche hierbei chemisch unverändert bleiben), auf das Gärmaterial, wodurch das Gleichgewicht in dessen Molekülen gestört und dieselben zum Zerfallen gebracht werden.

Durch die molekular-physikalische Gärungstheorie Nägelis erscheinen mehrere charakteristische Eigentümlichkeiten der Gärung begreiflich, welche durch die früheren Theorien nicht zu erklären waren, so, daß der Gärprozeß nur in den Zellen oder in unmittelbarer Nähe derselben stattfindet, und daher nicht von ihnen getrennt werden kann, daß bei der Gärung verschiedene Spaltungen mit einander kombiniert sind (das Auftreten von Glycerin und Bernsteinsäure bei der Alkoholgärung), daß diese verschiedenen Spaltungen kein konstantes Verhältnis zeigen, sondern je nach der individuellen Verschiedenheit der Hefezellen ihr quantitatives Verhältnis ändern, und daß jede speziell organisierte Pilzzelle besondere Kombinationen von Zersetzungen hervorbringt, unter denen nur das gemeinsame besteht, daß jedesmal Kohlensäure frei wird, endlich, daß die Gärwirkungen bis jetzt ihrer großen Mehrzahl nach künstlich nicht zu Stande gebracht werden konnten.

Nägeli zieht in seinem Werke noch einige weitere Punkte, welche die Gärung betreffen und bei der Theorie derselben Berücksichtigung verdienen, in den Kreis seiner Betrachtung, so die Frage, ob die Gärung innerhalb oder außerhalb der Hefezelle stattfindet. Diese Frage wird folgendermaßen beantwortet: „Die Gärungsursache findet sich in dem lebenden Plasma, also im Innern der Zelle, aber sie wirkt ziemlich weit (wenigstens $^1/_{50}$ mm) über die Zelle hinaus. Die Zersetzung des Zuckers erfolgt zum geringeren Teil innerhalb der Hefezellen, zum größern Teil außerhalb derselben. Letzteres aus folgenden Gründen. Da die Gärung in einer die Zelle umgebenden Sphäre von Flüssigkeit thätig ist, so muß die mit der Membran in Berührung kommende Zuckerlösung schon erheblich verdünnt sein, so daß verhältnismäßig wenig Zucker in die Zelle eindringt. In einer verdünnten Lösung aber, besonders wenn dieselbe als Imbibitionsflüssigkeit eine feste Substanz (Zellmembran, Stereoplasma) durchdringt, wird eine viel geringere Prozentzahl von Molekülen zerfallen, besonders auch weil dieselben durch andere Molekularanziehungen geschützt sind; dagegen können dieselben bestimmte Bewegungszustände fortpflanzen. Es ist selbst denkbar, daß die Zuckermoleküle in einer Membran, nebst den Cellulosemolekülen derselben, bloß die Fortpflanzung der Gärungsbewegung vermitteln, selbst aber intakt bleiben.

Diese Theorie der extracellularen Vergärung gilt zunächst nur für die Hauptprodukte der Zersetzung für Alkohol und Kohlensäure. Es bleibt vorderhand unentschieden, wo die Nebenprodukte, Glycerin und Bernsteinsäure, entstehen. Nägeli vermutet, daß sie innerhalb der Zelle sich bilden.

Ein weiterer Punkt, welcher eingehend behandelt wird, ist der beim Zerlegungsprozesse erforderliche Kraftaufwand.

Endlich wird noch gezeigt, wie sich nach der molekular-physikalischen Theorie die besonderen Beziehungen zwischen der Ernährung der Hefenzelle und der Funktion der Gärung in befriedigender Weise erklären lassen. Nägeli faßt diese Beziehungen, welche durch langjährige Versuche festgestellt sind, in folgenden Sätzen zusammen:

I. Der freie Sauerstoff, den sonst alle Pilze zu ihrem Leben bedürfen, kann bei vorhandener hinreichender Gärthätigkeit entbehrt werden.

II. Die Oxydation durch freien Sauerstoff begünstigt aber ihrerseits die Gärthätigkeit.

III. Die Gärthätigkeit einer Zelle befördert unter allen Umständen ihr eigenes Wachstum.

IV. Die Gärthätigkeit eines Pilzes benachteiligt die Ernährung und das Wachstum der übrigen Pilze, welche nicht für diese, sondern für andere Gärungen organisiert sind.

Mit Nägelis molekular-physikalischer Theorie sind nun die Spekulationen über den Gärungsvorgang zu einem vorläufigen Abschlusse gelangt, bis neu entdeckte Thatsachen auf diesem unerschöpflichen Gebiete zu einer weitern Entwicklung derselben anregen werden.

Fünfter Abschnitt.

Spiritusfabrikation.

Das Erzeugnis der Spiritusfabrikation ist ein mehr oder weniger mit Wasser verdünnter Aethylalkohol.

Nach der Höhe des Alkoholgehaltes unterscheidet man:

Sprit . . .	mit 90—95	Vol.-pCt.	Alkohol,		
Spiritus . .	„ 75—90	„	„	„	
Weingeist . .	„ 80—85	„	„	„	
Branntwein .	„ 40—50	„	„	„	und darunter.

Der reine (absolute) Alkohol wird nicht in den Spiritusfabriken, sondern meist in den chemischen Fabriken aus hochprozentigem Sprit gewonnen.

Der Alkohol besitzt nicht nur als wesentlichster Bestandteil allgemein verbreiteter Genußmittel, sondern auch als technischer Hülfsrohstoff in einer Reihe von Industriezweigen (Teerfarbenindustrie, Parfümerie, Essigfabrikation, Weinbereitung u. s. w.), sowie als Brennmaterial eine hervorragende wirtschaftliche Bedeutung.

Aethylalkohol.

Der Aethylalkohol C_2H_6O, das Produkt der alkoholischen Gärung, stellt in reinem wasserfreien Zustande (Alkohol absolutus) eine wasserklare Flüssigkeit dar, welche unter normalem Drucke (760 mm) bei 78,4° C siedet und selbst bei —100° nur dickflüssig wird. Das spezifische Gewicht des absoluten Alkohols ist 0,7948 bei 15° C. An der Luft zieht er begierig Wasser an. Mit letzterem mischt er sich unter Wärmeentwicklung und Kontraktion. Gießt man 49,836 Vol. Wasser und 53,939 Vol. Alkohol von 0° zusammen, so erhält man 100 Vol. der Mischung statt deren 103,775. 1 Teil Schnee mit 2 Teilen Alkohol von 99 pCt. und 0° gemengt, bewirken eine Temperaturerniedrigung von — 21° und mit 70 pCt. Weingeist von — 20° C. Er löst Fette, Oele, Harze und überhaupt zahlreiche kohlenstoffreiche Körper.

Durch Oxydationsmittel wird der Alkohol in Aldehyd und Essigsäure übergeführt. Essigsäurebildung findet auch statt unter dem Einflusse von Spaltpilzen.

Der Aethylalkohol ist Ausgangsmaterial für die Darstellung einer Anzahl wichtiger chemischer Körper und ein unentbehrlicher Hülfsrohstoff in der chemischen Industrie.

In verdünntem Zustande als Bestandteil der alkoholischen Getränke wirkt er, mäßig genossen, anregend, im Uebermaße genossen, berauschend. In konzentriertem Zustande ist er ein tötliches Gift. Schon in mäßiger Konzentration verhindert er Spaltpilzgärungen, weshalb er für gewisse Zwecke als Konservierungsmittel verwendet wird.

Alkoholometrie.

Unter Alkoholometrie versteht man die Ermittlung des Alkoholgehaltes von wässerigem Alkohol auf Grund des spezifischen Gewichts der Flüssigkeiten. Die Beziehungen zwischen dem spez. Gewichte und dem Alkoholgehalte von Alkohol-Wassermischungen sind durch sorgfältige Untersuchungen von Blagden und Gilpin, Tralles, Gay-Lussac, Mendelejeff, Brix u. a. genau ermittelt.

Man drückt den Alkoholgehalt, die sog. Spiritusstärke, in Volumen- oder in Gewichtsprozenten aus. Erstere geben das Verhältnis des Volumens des in der Mischung enthaltenen Alkohols zu dem Volumen der Mischung, letztere das Gewicht des in der Mischung enthaltenen Alkohols zum Gewichte der ganzen Mischung an.

Eine leicht und rasch zu bewerkstelligende Ermittlung des Alkoholgehaltes ist für die Spiritusfabrikation, den Spiritushandel und für die Zwecke der Besteuerung von größter Bedeutung. Eine solche wird erreicht durch den Gebrauch des Alkoholometers, eines Aräometers, welches auf der Spindel die den verschiedenen spez. Gewichten entsprechenden Alkoholprozente aufgezeichnet trägt.

Da das spez. Gewicht des Alkohols niedriger ist als das des Wassers, so sinkt das Alkoholometer in Weingeist um so tiefer ein, je höher sein Alkoholgehalt ist.

Wie bei allen Flüssigkeiten, so ändert sich auch bei wässerigem Alkohol die Dichte desselben mit der Temperatur, so daß letztere einen erheblichen Einfluß auf die Angaben des Alkoholometers ausübt. Um diesen Einfluß auszuschließen, mußte man bei den grundlegenden alkoholometrischen Untersuchungen von einer bestimmten Temperatur ausgehen. Auf diese Normaltemperatur sind nun alle alkoholometrischen Messungen zu beziehen. Dabei kann man entweder in der Weise verfahren, daß man durch Abkühlen oder durch Anwärmen die Normaltemperatur in der Flüssigkeit herstellt — in diesem Falle giebt das Alkoholometer direkt die wahre Spiritusstärke an — oder man ermittelt gleichzeitig mit der Alkoholometeranzeige die Temperatur der Flüssigkeit und reduziert die bei einer Abweichung von der Normaltemperatur so sich ergebende „scheinbare Spiritusstärke" mit Hülfe einer genauen Tabelle auf die Normaltemperatur bezw. die „wahre Stärke". Um die Temperatur beim Gebrauch des Alkoholometers bequem feststellen zu können, sind die in der Praxis üblichen Instrumente in ihrem Senkkörper mit einem Thermometer versehen.

Es giebt Volumen- und Gewichtsalkoholometer. Für die bisher gebräuchlicheren Volumenalkoholometer, welche Alkohol-Volumprozente angeben, gilt als Normaltemperatur $12^4/_9{}^0$ R = 15,5° C. Für die nunmehr für alle steuerlichen Ermittlungen anzuwendenden Gewichtsalkoholometer, welche die Alkoholstärke

in Gewichtsprozenten angeben, ist die Normaltemperatur von 15° C angenommen.

Für den Gebrauch dieser Instrumente sind von der kaiserlich deutschen Normalaichungs-Kommission Tabellen herausgegeben. (Verlag von Julius Springer, Berlin.)

Die für steuerliche Ermittlungen bestimmten Alkoholometer zerfallen in:

a. Thermo-Alkoholometer für die Bestimmung der scheinbaren Stärken des Branntweins von 10 bis zu ausschließlich 65 Gewichtsprozenten mit Einteilung der Alkoholometerskala nach ganzen und halben Gewichtsprozenten und der Thermometerskala nach ganzen Graden Celsius.

b. Thermoalkoholometer für die Bestimmung der scheinbaren Stärken des Branntweins von 65—100 Gewichtsprozenten mit Einteilung der Alkoholometerskala nach ganzen und fünftel Gewichtsprozenten und der Thermometerskala nach ganzen und halben Graden Celsius.

Für Lutter unter 10 pCt. scheinbarer Stärke dient ein kleineres Thermo-Alkoholometer, „Lutterprober“ genannt, mit Teilung der Alkoholometerskala nach ganzen Gewichtsprozenten und der Thermometerskala nach ganzen Graden Celsius.

Die oben erwähnten Tafeln zur Ermittelung des Alkoholgehaltes von Spiritusmischungen durch Gewichtsalkoholometer sind mit ausführlichen Gebrauchsanweisungen versehen, auf welche hiermit verwiesen wird.

Im allgemeinen hat man beim Gebrauche der Alkoholometer zu verfahren, wie bei dem der Aräometer überhaupt, indem man das Instrument langsam in die in einem genügend weiten Glaszylinder befindliche Flüssigkeit vorsichtig einsenkt, so daß die Spindel an ihrem aus der Flüssigkeit herausragenden Teile unbenetzt bleibt. Sobald das Thermometer konstant bleibt, wird zunächst dieses, dann die Anzeige des Alkoholometers abgelesen, letztere, indem man das Auge in die Höhe der Flüssigkeitsoberfläche bringt, bis sich diese zu einer Linie verkürzt. Wo letztere die Alkoholometerskala schneidet, wird abgelesen.

Das Alkoholometer giebt natürlich nur dann richtige Werte, wenn die Flüssigkeit nur aus Alkohol und Wasser besteht. Sind noch gelöste feste Stoffe (Extraktstoffe) vorhanden, so hat man zuerst durch Destillation diese zu beseitigen. Die kleinen Mengen von Fuselölbestandteilen in Rohspiritus beeinträchtigen dagegen die Alkoholometeranzeige nicht in nennenswertem Grade.

Zum Gebrauche bei genauen Analysen alkoholischer Flüssigkeiten, wobei das spezifische Gewicht mittels des Pyknometers oder der Westphal'schen Wage erhoben wird, sind die Alkoholtafeln von Otto Hehner zu empfehlen, enthaltend alle den spezifischen Gewichten von 1,0000 bis 0,7938 entsprechenden Gewichts- und Volumenprozente absoluten Alkohols. (Wiesbaden, C. W. Kreidels Verlag.)

An dieser Stelle muß schließlich noch eines Begriffes gedacht werden, welcher im Spirityshandel gebräuchlich ist, nämlich des Literprozentes. Man erhält die Literprozente durch Multiplikation der Literzahl einer Branntweinmenge mit deren Volumenprozentgehalt. So sind z. B. 1000 Liter eines Branntweins von 80 Volumenprozent gleich 80,000 Literprozente. Als Verkaufseinheit im Spiritushandel gelten 10,000 Literprozente, das sind 100 Liter reinen (100prozentigen) Alkohols. 1 Liter (1000 cc) absoluten Alkohols sind gleich 100 Literprozente. 1 Literprozent ist also gleich 10 cc reinen Alkohols.

Ausgangsmaterialien der Spiritusfabrikation.

Als Ausgangsmaterialien für die Spiritusgewinnung dienen:

1) Alkoholartige Flüssigkeiten: Wein, Abfälle der Weinbereitung (Weinhefe, Trester), Biergeläger 2c.

Hierbei wird die Gewinnung des Spiritus lediglich durch Destillation bewerkstelligt. Das Produkt der Weindestillation dient fast ausschließlich als Genußmittel (Kognak).

2) Zuckerhaltige Stoffe: Zuckerrübe, Melasse und süße Früchte (Kirschen, Pflaumen 2c.).

Der Zucker ist hierbei durch Gärung in Alkohol überzuführen.

3) Stärkemehlhaltige Stoffe: Kartoffeln, Getreide.

Diese Materialien erfordern eine umständlichere Behandlung, indem die Stärke erst in gärungsfähigen Zucker umzuwandeln ist.

In landwirtschaftlicher Beziehung sind nur die beiden letzten Gruppen von Bedeutung und für unsere deutschen Verhältnisse kommt fast ausschließlich die letzte — die der stärkehaltigen Materialien — in Betracht.

Bei Verarbeitung der stärkehaltigen Stoffe wird in dem Destillationsrückstande, in der Schlempe, ein wertvolles Futtermittel erhalten. Durch den bei der Verfütterung derselben sich ergebenden Dünger wird dann dem Boden wenigstens zum Teil wieder zurückgegeben, was ihm durch die Produktion der gebrannten Feldfrüchte an Pflanzennährstoffen entzogen wurde.

Stärkehaltige Rohstoffe.

Unter den stärkehaltigen Rohmaterialien stehen die Kartoffeln obenan, weshalb die Kartoffelbrennerei in den folgenden Ausführungen vorzugsweise zu behandeln ist. Die meisten für die Verarbeitung der Kartoffeln giltigen Grundsätze können naturgemäß auch auf die Verarbeitung anderer stärkehaltiger Materialien übertragen werden, so daß bei Besprechung solcher wesentlich jene Punkte anzuführen sein werden, in welchen sich durch die veränderte Beschaffenheit des Materials Abweichungen ergeben.

Die Verarbeitung von Kartoffeln.

Die Zusammensetzung und sonstige Eigenschaften der Kartoffeln wurden bereits bei der Stärkefabrikation S. 72 besprochen.

Die Gewinnung von Spiritus aus stärkehaltigen Materialien, speziell aus Kartoffeln, umfaßt folgende Operationen:

1. Die Malzbereitung.
2. Die Vorbereitung des Materials für den Maischprozeß (Waschen, Dämpfen, Ausblasen).
3. Das Maischen und Kühlen.
4. Die Gärung.
5. Die Destillation.

Diese Operationen führen zur Gewinnung von Rohspiritus, auf dessen Erzeugung sich die Thätigkeit der landwirthschaftlichen Brennereien in der Regel beschränkt. Die Reinigung des Rohspiritus geschieht dann in besonderen Anstalten, in den Raffinerien.

Da und dort erfolgt wohl auch eine Reinigung in den Brennereien durch Filtration des Rohspiritus über Kohle.

Die Malzbereitung.

Zweck der Malzbereitung ist die Erzeugung von Diastase, welche nachher beim Maischprozeß die Umwandlung der Stärke in Zucker (Maltose) und Dextrin zu vollziehen hat.

Diastase entsteht bei der Keimung der Cerealien (s. o.).

Ganz allgemein kann man „Malz“ definieren als Getreide, welches man bis zum Höhepunkt der Diastasebildung dem Keimungsprozesse unterworfen.

Von den verschiedenen Getreidearten wird vorzugsweise die Gerste zur Malzerzeugung verwendet. Neben dem Weizen, welcher hauptsächlich als Brodfrucht dient, liefert sie am meisten Diastase. Man kennt aber auch Weizen-, Roggen-, Hafer- und Maismalz. Die diastatische Wirkung des Roggenmalzes kommt der von Gersten- und Weizenmalz sehr nahe, die des Hafer- und Maismalzes dagegen ist bedeutend geringer.

Die Malzgerste. Eine gute Gerste für die Zwecke der Malzbereitung soll von möglichst gleichem Korne, frei von Unkrautsamen, gut geputzt und gut gelagert sein und vor allem eine gute Keimfähigkeit besitzen. Da die Diastase bei der Keimung entsteht, so fällt letztere Eigenschaft besonders ins Gewicht. Von einer tadellosen Malzgerste verlangt man, daß sämtliche Körner, oder mindestens 95 von 100 keimfähig sind. Frisch geerntete Gerste keimt meistens schlecht. Erst nach mehrwöchentlichem trockenem und luftigem Lagern stellt sich die normale Keimfähigkeit her. Eine mangelhafte Keimfähigkeit zeigt häufig auch beregnete Gerste. Solche Gerste ist an einer braunen Färbung der Spitzen kenntlich, welche von Pilzbildungen herrührt.

Neben der Keimfähigkeit treten für Brennereizwecke die übrigen Eigenschaften der Gerste wie der Stärke- und Proteïngehalt u. s. w., welche für Braugersten von hoher Bedeutung sind, zurück. Ja es wäre unrationell, wollte man dort, wo man Gerste kaufen muß, die meist hoch im Preise stehende Prima-Braugerste verwenden, während man mit einer unverhältnismäßig billigeren, weniger schweren Gerste von guter Keimfähigkeit das gleiche Ergebnis, ja sogar ein besseres zu erzielen im Stande ist.

Von der Keimfähigkeit der Gerste überzeugt man sich durch einen einfach auszuführenden Versuch im Kleinen.

Die Keimung.

Die Keimung stellt sich als ein biologischer Vorgang dar, bei welchem die im Embryo angelegten Organe — die Blatt- und Wurzelanlage — sich auf Kosten der im Korne aufgespeicherten Nährstoffe entwickeln, wachsen.

Um die Keimung anzuregen, muß dem Korne Wasser zugeführt werden. Für den Verlauf der Keimung sind folgende drei Faktoren maßgebend:

1. Ein gewisser Feuchtigkeitsgrad;
2. Die Zuführung frischer Luft (Sauerstoff);
3. Die Regulierung der Temperaturverhältnisse.

Die erforderliche Feuchtigkeit, d. i. die Menge, welche dem natürlichen Quellungsvermögen des Kornes entspricht (etwa 47—48 pCt.) wird demselben durch das „Einquellen" zugeführt und muß durch entsprechende Behandlung des Keimgutes größtenteils erhalten und ausgeglichen werden.

Die Zuführung von Luftsauerstoff ist zur Unterhaltung der Keimung unumgänglich nötig. Der Keimungsvorgang läßt sich einem langsamen Orydations- oder Verbrennungsvorgang vergleichen, insofern bei demselben Kohlensäure und Wasser auftreten und zugleich Wärme frei wird Das Material zu jener Orydation liefern vorwiegend die Kohlenhydrate der Gerste und zwar in erster Linie die Stärke. Diese wird zunächst durch diastatische Fermente in Zucker übergeführt und letzterer zu Kohlensäure orydiert — veratmet.

Es findet somit bei der Keimung ein Verlust (ungefähr 3 pCt. bei der üblichen Praxis der Malzbereitung) an diesem Stoffe statt. Damit nun die Orydation und die Keimung ihren geregelten Verlauf nehme, ist für den Zutritt frischer Luft zu sorgen, indem man die Ansammlung größerer Kohlensäuremengen im Keimgute verhindert.

Eine deutliche Vorstellung, in welchem Grade der Keimungsvorgang durch die Ansammlung von Kohlensäure im Keimgute beeinflußt wird, geben die Versuche von Schütt. Als Maßstab für die Intensität der Keimung nahm Schütt die von keimender Gerste in gleichen Zeiträumen entwickelten Kohlensäuremengen.

Setzt man bei einer in der Luft des Malzhaufens vorhandene Kohlensäuremenge von 0,5 pCt. die bei der Keimung entwickelte (die Intensität der Keimung) gleich 100, so ergab sich für 1,5 pCt. CO_2 die Intensität gleich 98,

2,0	„	„	„	„	91,7
2,5	„	„	„	„	83,4
3,0	„	„	„	„	75,1
4,0	„	„	„	„	65,0
5,0	„	„	„	„	58,2
10,0	„	„	„	„	57,3

Bei 3 pCt. tritt also bereits eine beträchtliche Verminderung der Keimungsintensität auf, welche bis zu 5 pCt. sich noch erheblich steigert, während dieselbe bei 10 pCt. merkwürdigerweise nur wenig stärker ist. Es ist nun durchaus nicht unmöglich, daß bei schlechter Ventilation des Malzkellers und nachlässiger Behandlung des Keimgutes auf der Tenne ein Kohlensäuregehalt von 3 und selbst 4 pCt. in der Keimluft vorkommt; zumal Schütt nachgewiesen hat, daß selbst bei normaler Behandlung des Malzes die Luft im Malzhaufen am dritten Tage bei einer Temperatur von 10—12° R 3,4 Vol.-pCt. Kohlensäure enthalten kann. Diese Menge vermindert sich allerdings gegen das Ende der Keimperiode, so daß sie am neunten Tage (es handelt sich hier um Braumalz) nur mehr 0,7 Vol.-pCt. betrug. Diese Abnahme erklärt sich durch die dünnere und mehr lockere Lagerung der Malzhaufen und die häufigere Bearbeitung in den späteren Stadien der Malzbereitung.

Die Temperaturverhältnisse sind bei der Keimung derart zu regeln, daß das Wachstum ein gleichmäßiges und der Entwickelung der Diastase günstiges wird. Dieser Forderung entspricht am besten eine Temperatur von 12—14° R, wobei zu beachten ist, daß zur Zeit des intensivsten Wachstums die Temperatur von 14° R nicht wesentlich überschritten werde. Bei einer niedrigeren Temperatur unter 12° R wird der Keimungsprozeß unnötig verzögert, bei höherer Temperatur, wenn eine solche längere Zeit einwirkt, wird die Entwicklung der Diastase beeinträchtigt. Bei Versuchen, welche F. Eckhardt im Laboratorium des Verfassers ausführte, ergab sich, daß schon eine Temperatur von 16° R, welche allerdings während der ganzen Keimperiode konstant erhalten wurde, eine beträchtlich geringere Diastasebildung bewirkte als eine solche von 12° R. Eine höhere Temperatur leistet auch einem ungleichen Wachstum Vorschub, da die mit einer besseren Keimungsenergie begabten Körner den andern zu sehr voraneilen und von diesen nicht mehr eingeholt werden, während bei niedrigerer Temperatur sich diese Unterschiede mehr ausgleichen. Endlich hat die niedrigere Temperatur noch den Vorzug, daß sie die Entwicklung der dem Malze immer anhaftenden Pilzsporen, Schimmelbildung u. dgl. hintan hält.

Um die wichtigsten Veränderungen im Gerstenkorne bei der Keimung, soweit wir dieselben zur Zeit überhaupt zu übersehen vermögen und soweit dieselben für die Zwecke der Malzbereitung von Interesse sind, zu verstehen, ist es nötig, den Bau des Kornes kurz zu betrachten.

Das Gerstenkorn zeigt an der der Aehrenspindel zugekehrten inneren Seite einen der Länge nach verlaufenden Einschnitt, die Furche.

An dem unteren Ende des Kornes befindet sich die Basalborste als ein verkleinerter Zweig der Aehrenspindel, oben auf der entgegengesetzten Seite die Granne, welche jedoch an dem ausgedroschenen Korne nicht mehr oder nur zum Teile vorhanden ist.

Der Furche nach längs durchschnitten, lassen sich an dem Korne folgende Hauptteile unterscheiden (Fig. 155):

A Die Umhüllung

B Der Keimling (Embryo).

C Das Endosperm, der Mehlkörper.

Die äußere Umhüllung wird durch die kieselsäurereiche, strohartige Spelze S gebildet, welche sich nach dem Einquellen des Kornes in Wasser leicht ablösen läßt. Man unterscheidet eine äußere und eine innere Spelze.

Auf die Spelze folgt dann die aus parenchymatischen Zellen bestehende Frucht- und die Samenschale. Beide Schalen sind miteinander verwachsen.

Das reife Korn besteht fast ganz aus dem Endosperm und dem Embryo, welche sich beide im Embryosacke entwickelt haben.

Das Endosperm C ist größtenteils aus dünnwandigen parenchymatischen Zellen gebildet, in deren Plasma die Stärkekörnchen eingebettet sind.

Am Rande des Mehlkörpers denselben von der Fruchthaut trennend, befindet sich eine drei- bis vierfache Lage von Zellen mit dickeren und stark kutikularisierten Wandungen. Diese Zellen, welche in Längs- und Querschnitte meist rechteckig erscheinen und größtenteils runde, vollständig umhüllte Aleuronkörner und Fett enthalten, bilden die sog. Kleberschicht a. Die den Keimling umgebende Kleberschicht besteht nur aus einer einzigen Reihe kleiner Zellen.

Zwischen dem stärkeführenden Gewebe des Endosperms und dem Keimling liegt eine verhältnismäßig dicke Schicht entleerter und zusammengedrückter Zellen, die aufgelöste Endospermschicht (i).

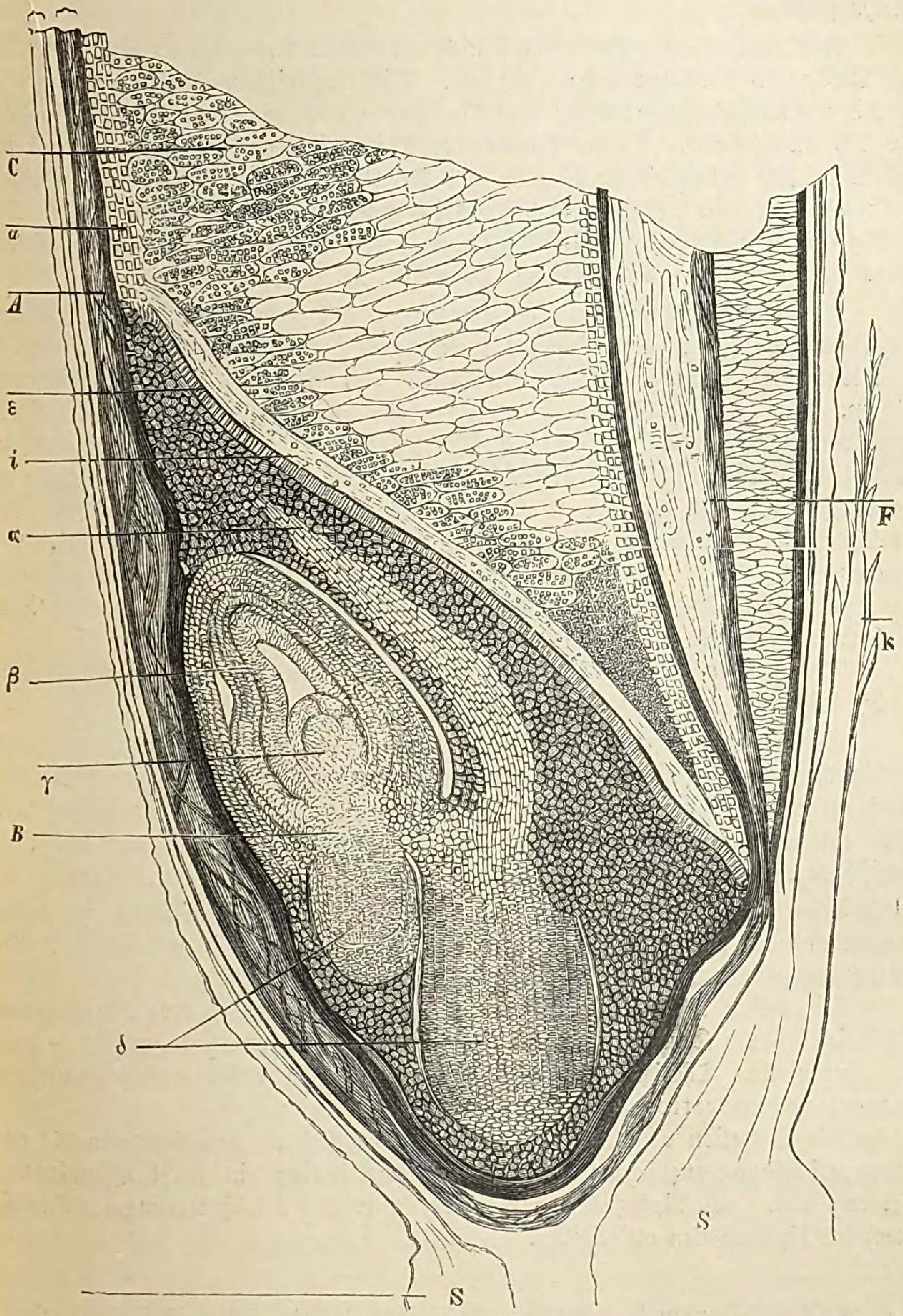


Fig. 155. Längsschnitt durch ein Gerstenkorn.

Der Inhalt dieser Zellen — die Stärke und das Plasma — dient dem Keimling bereits in dem der Reife vorangehenden Stadium zur Entwickelung, während die Zellwandungen erhalten bleiben. Die entleerten Zellen werden durch den wachsenden Keimling zusammengedrückt, so daß deren Wandungen fest aneinander schließen.

Der Keimling befindet sich seitlich am unteren Ende des Kornes. Er enthält die Anlage der künftigen Achsenorgane. Die oberirdischen Organe entwickeln sich aus der Plumula, an welcher man die Stammanlage γ und die Blattanlage β unterscheidet. In der Praxis der Mälzerei bezeichnet man die aus der Plumula sich entwickelnden Organe als Blatt- oder Graskeim. Die Wurzeln (Wurzelkeime in der Sprache der Praxis) entstehen aus der Radicula δ. Der Blattkeim ist von der Blattkeimscheide umgeben, während die Würzelchen mit den Hauben ganz von der Wurzelscheide eingehüllt sind.

In innigem organischem Zusammenhange mit dem Blatt- und Wurzelkeime steht das Schildchen (scutellum) α, welches dem Endosperm anliegt und dazu dient, dem wachsenden Embryo die im Endosperm aufgespeicherten Nahrungsstoffe zuzuführen. Auf der dem Endosperm zugewandten Seite besitzt das Schildchen eine Lage von Zellen, welche senkrecht zur Fläche desselben schlauchartig verlängert sind. Die Zellen sind seitlich untereinander und mit dem darunter liegenden Gewebe fest verwachsen, während ihre oberen Enden mit der aufgelösten Endospermschicht zwar in sehr inniger Berührung stehen, jedoch nur ausnahmsweise organisch damit verbunden sind. Die von ihnen gebildete Haut nannte Sachs das Aufsauge-Epithel (ε). Dasselbe ist nach Brown und Morris hauptsächlich durch secernierende Funktionen ausgezeichnet.

Der im Hinblick auf die Malzbereitung wichtigste Vorgang bei der Keimung ist die Bildung von Diastase.

Das ruhende Korn enthält zwar auch schon ein diastatisches Ferment von kräftig verzuckernder Wirkung; allein dasselbe vermag die Stärke im Endosperm nicht aufzulösen. Jene wirksamere Diastase, welche neben der verzuckernden auch eine lösende Wirkung auf die Stärke auszuüben vermag, und welche im Maischprozesse eine so wichtige Rolle spielt, entsteht erst bei der Keimung.

Ueber den Ort ihrer Entstehung, über ihre Verteilung im Korn, sowie über manche anderen Vorgänge bei der Keimung verdanken wir in neuester Zeit einer Untersuchung von Brown und Morris wichtige Aufschlüsse.*)

Die beiden englischen Forscher kamen zu dem Ergebnis, daß die wirksamere Diastase bei der Keimung ausschließlich im Aufsaugeepithel entsteht — durch eine secernirende Thätigkeit desselben. Sie bezeichnen daher das so entstehende Ferment als Sekretionsdiastase.

Die Sekretion von Diastase durch das Epithel ist gewissermaßen als eine Hungererscheinung anzusehen; denn, wird dem Keimling ein leicht assimilierbares Kohlenhydrat, z. B. Rohrzucker, dargeboten, so wird die Absonderung der Diastase durch die Epithelzellen aufgehoben.

*) Untersuchungen über die Keimung einiger Gräser. Zeitschrift für das gesamte Brauwesen. 1890, 375.

Die Muttersubstanz der Diastase stammt aus dem Endosperm. Dieses ist lediglich als eine Aufspeicherung von toten Reservestoffen zu betrachten. In den Zellen desselben ist keine Spur von Leben zu erkennen. Unter den natürlichen Keimungsbedingungen wandern die stickstoffhaltigen Verbindungen rasch aus dem Endosperme zum Aufsaugegewebe, wo die Drüsenzellen dieser Schichte von einem Teile jener stickstoffhaltigen Stoffe Diastase zu bilden vermögen. Man könnte nun annehmen, daß eine Gerste, um so mehr Diastase bei der Keimung liefern müßte je stickstoffreicher sie ist. Im allgemeinen ist diese Annahme auch zutreffend, jedoch nicht regelmäßig. Es kommt häufig genug vor, daß eine stickstoffarme Gerste ein Malz von höherer diastatischer Wirksamkeit liefert, als eine an Stickstoff reichere. Bei normaler Keimfähigkeit und sachgemäßer Behandlung der Gerste bei der Malzbereitung wird man indessen niemals über eine zu geringe diastatische Wirkung des Malzes zu klagen haben.

Die im Aufsaugeepithel entstandene Diastase wandert wiederum in das Endosperm aus und sammelt sich dort an.

Ueber die Verteilung der Diastase im Malzkorne geben folgende Zahlen einen Anhalt.

Setzt man die Gesamtmenge an Diastase (bezw. die diastatische Wirkung, ermittelt durch Reduktion) des ganzen Korns (nach siebentägiger Keimdauer) gleich 100, so findet sich Diastase

in der unteren Endospermschicht	69,9
„ „ oberen „	25,2
„ den Würzelchen	0,6
im Blattkeime	0,4
„ Schildchen	3,9.

Wie man sieht, ist die Menge der Diastase in der unteren Hälfte des Endosperms, d. h. in unmittelbarer Nähe des Keimlings am größten. Die im Endosperm und im Schildchen vorhandene ist Sekretionsdiastase, während die im Blattkeime und den Würzelchen enthaltene mehr der des ungekeimten Kornes gleicht. Brown und Morris bezeichnen die letztere als Translokationsdiastase, nach der Funktion, welche diesem Ferment im keimenden Korne zukommt. Während nämlich die Sekretionsdiastase bestimmt ist, die Stärke des Endosperms aufzulösen, fällt die gleiche Aufgabe der Translokationsdiastase gegenüber der in den Zellen des Keimlings sich vorübergehend anhäufenden Stärke zu. Letztere hat eine andere Beschaffenheit als die des Endosperms.

Es ist mit gutem Grunde anzunehmen, daß die Translokationsdiastase auch in dem Zellplasma, in welchem die Stärkekörnchen auftreten, entsteht, daß sie somit als ein Produkt des Zelllebens anzusehen ist, wie das Invertin der Hefezelle. Es ist ferner nicht unwahrscheinlich, daß diese Diastase im lebenden Gewebe durch die Einwirkung des sauren Zellsaftes auf ein im Protoplasma vorhandenes Zymogen entsteht.

Neben der Sekretionsdiastase wird im Aufsaugeepithel noch ein anderes Enzym (von Brown und Morris cyto-hydrolist genannt), abgeschieden, welches die Fähigkeit besitzt, die Cellulose der Endospermzellen aufzulösen. Durch die Thätigkeit dieses Enzyms erhält der Mehlkörper die Beschaffenheit, welche in der Praxis

der Mälzerei beim reifen Malze als die der „Auflösung“ bekannt ist. Dieselbe giebt sich dadurch zu erkennen, daß der Mehlkörper leicht zerreiblich ist.

Die Auflösung der Zellmembranen im Endosperm schreitet parallel zur Lage des Aufsaugeepithels vor und erreicht daher auf der Seite des Blattkeims die Spitze des Korns eher als auf der Seite der Furche, sie geht weit rascher vor sich als die Auflösung der Stärke. Während man unter den bei der Praxis der Malzbereitung üblichen Verhältnissen eine sehr vollkommene Auflösung erzielen kann, wird hierbei von der Stärke verhältnismäßig wenig aufgelöst.

Der reife Keimling enthält während der Samenruhe in seinem Gewebe gar keine Stärke oder nur Spuren davon.

Wenn nach der Ruhezeit das Korn in günstige Keimungsbedingungen kommt, zeigt sich, mit der Verlängerung des Hauptwürzelchens, welche als erstes Zeichen des Wachstums erscheint, in gewissen Geweben Stärke, deren Menge mit fortschreitendem Wachstum zunimmt.

Die ersten Spuren der Einwirkung auf das Endosperm lassen sich erkennen, sobald das Hauptwürzelchen durch die Wurzelscheide hervorbricht, d. i. nach einer Keimzeit von 24—36 Stunden, und zwar wird zunächst durch die Wirkung des celluloselösenden Enzyms die aufgelöste Endospermschicht angegriffen, indem die Zellwände aufgeweicht und teilweise gelöst werden. Zu dieser Zeit tritt im Schildchen Stärke auf. Es ist daher unzweifelhaft, daß die Cellulose der leeren Zellen der erste Reservestoff ist, welcher für das Wachstum des Keimlings verwendet wird.

Die erste sichtbare Einwirkung auf die Stärke des Endosperms geschieht, wie bei den Zellmembranen, in unmittelbarer Nähe des Schildchens. Das erste Anzeichen einer solchen beobachtet man gewöhnlich, sobald das Hauptwürzelchen ungefähr 2 mm und der Blattkeim 1,5 mm lang sind. Die Stärkekörner werden dabei durch die Diastase korrodiert und ausgehöhlt. Die Auflösung der Stärke und die der Zellhäute geht in gleicher Weise vor sich, letzterer Vorgang verläuft jedoch, wie bereits erwähnt, viel rascher.

Die Umsetzungen, welche die Stärke des Endosperms erfährt, bis sie zur Ernährung des Keimlings Verwendung findet, gestalten sich nach Brown und Morris folgendermaßen:

Durch die Einwirkung der Sekretionsdiastase wird die Stärke zunächst in Maltose umgewandelt. Diese wird durch das Aufsaugeepithel absorbiert und nun durch einen mehr oder minder verwickelten Umbildungsprozeß in den Zellen des lebenden Keimlings rasch in Rohrzucker verwandelt. Es ist also nicht die Maltose, sondern der Rohrzucker, welcher dem Keimling direkt als Nährstoff dient. Der Zucker, welcher in größerer Menge vorhanden ist, als die Zelle zum Aufbau und zur Umwandlung bedarf, wird zeitweilig als solcher im Zellsaft oder als wandernde Stärke im Plasma selbst aufgehäuft.

Folgende kleine, von Brown und Morris mitgeteilte Tabelle enthält die Mengen der verschiedenen Zuckerarten in Prozenten der Trockengewichte von 250 Keimlingen und Endospermen:

	Gerste nach 48stündiger Weiche		Malz nach 10tägiger Keimung	
	Keimlinge	Mehlkörper	Keimlinge	Mehlkörper
Rohrzucker . .	5,4	0,3	24,2	2,2
Invertzucker . .	1,8	0,2	1,2	2,2
Maltose . . .	—	—	—	4,5

Die Zahlen zeigen deutlich den Zuwachs an Zucker bei der Keimung; sie zeigen ferner die großen Unterschiede in der Verteilung der Zuckerarten zwischen Keimling und Endosperm. Das Vorkommen der Maltose beschränkt sich auf den Ort ihrer Entstehung im Endosperm, während der Keimling reich an Rohrzucker ist.

Die Kleberzellen und deren Inhalt bleiben bei der in der Praxis üblichen Keimdauer unverändert.

Die Proteïnstoffe des Korns erfahren bei der Keimung zum Teil tiefgreifende Veränderungen, indem sie in einfachere stickstoffhaltige Stoffe gespalten werden, welche man unter der Bezeichnung Amide zusammenzufassen pflegt. Als wichtigster Repräsentant dieser Gruppe erscheint das Asparagin, welches in den Wurzelkeimen in beträchtlicher Menge vorkommt, im Korne selbst jedoch nicht nachgewiesen werden kann. Als stickstoffhaltige Spaltungsprodukte des Eiweißes fanden sich in letzterem Leucin, Tyrosin, Xanthin, Adenin (Ullik). Der Gehalt an löslichem Eiweiß giebt einen gewissen Maßstab für die Diastasewirkung des Malzes ab. Je höher der Gehalt an löslichem Eiweiß, desto höher ist in der Regel auch letztere. Bei überwachsenem Malze ist dies jedoch nicht mehr der Fall.

Einer ausführlichen Untersuchung von Behrend und Stürcke entnehmen wir folgende kleine Tabelle, welche ein Bild giebt von der Veränderung der Eiweißkörper der Gerste bei der Keimung:

Zu den Versuchen diente ungarische Gerste mit einem Stickstoffgehalte von 2,29 pCt.

Von 100 Teilen Stickstoff waren in verschiedenen Stadien der Keimung:

Keimungsstadien	in Wasser löslich	Nicht-Eiweiß größtenteils (Amide)	Eiweiß		
			Insgesamt	in Wasser löslich	in Wasser unlöslich
I. Ursprüngliche Gerste . .	13,1	5,0	95,0	8,1	86,9
II. Quellreife	10,7	5,6	94,4	5,1	89,3
III. Nach 41 Stunden . . .	17,0	7,4	92,6	9,6	83,0
IV. Nach 89 Stunden noch nicht reif	33,5	18,2	81,8	15,3	76,5
V. Nach 113 Stunden reif .	35,2	20,7	79,3	14,5	64,8
VI. Nach 137 Stunden schwach überwachsen	36,2	24,2	75,8	12,0	63,8
VII. Nach 185 Stunden entschieden überwachsen .	38,4	25,4	74,6	13,0	61,6
VIII. Nach 209 Stunden stark überwachsen	41,6	27,5	72,5	14,1	58,4

An sonstigen Veränderungen im Korne bei der Keimung sind zu erwähnen:

eine Verminderung des Fettes, welches zum Teil zu Kohlensäure veratmet wird. Bei Gerste soll der Verlust 20—30 pCt. (Stein und John), bei Mais etwa 30 pCt. betragen (Delbrück);

eine Vermehrung der Cellulose durch Bildung des Gras- und Wurzelkeims um etwa 1,5 pCt. (Stein);

endlich die Bildung von Säuren, welche als Zwischenstufen bei der Oxydation der Stärke zu Kohlensäure auftreten mögen. Lermer fand als solche Säuren: Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Fettsäuren mit höherem Kohlenstoffgehalte, Zitronensäure, Aepfelsäure, Bernsteinsäure und Oxalsäure. Die Milchsäure, welche niemals fehlt und von Lermer gleichfalls nachgewiesen wurde, ist wohl als Produkt einer Milchsäuregärung anzusehen.

Praxis der Malzbereitung.

Die Praxis der Malzbereitung zerfällt in das Weichen oder Einquellen und in die Behandlung des quellreifen Materials auf der Tenne oder das Keimen.

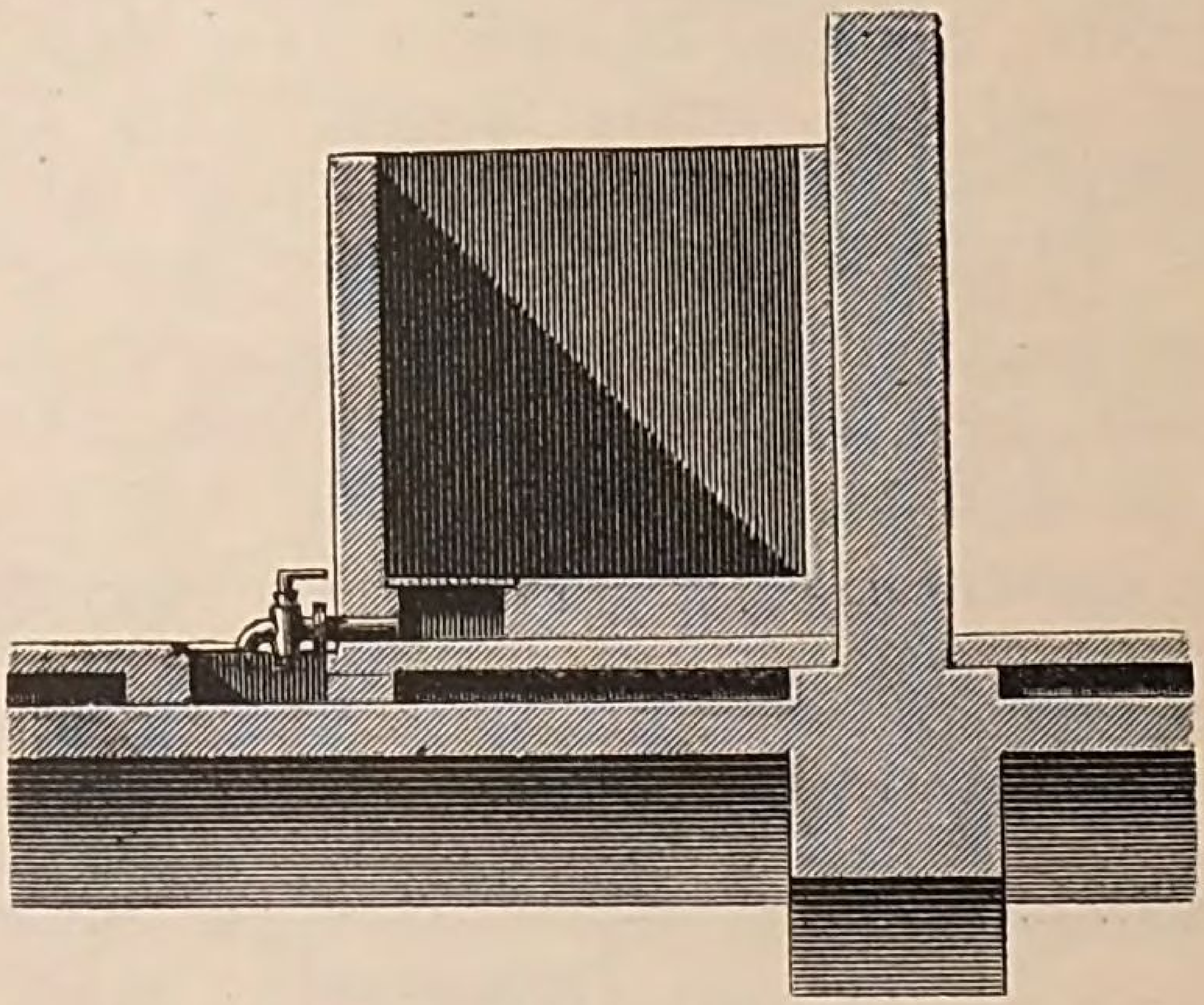


Fig. 156. Quellstock. Seitenansicht.

Das Weichen. Die Beschaffenheit des Wassers ist für den Weich- und den sich anschließenden Keimprozeß nicht ganz gleichgiltig. Je reiner das Wasser ist, desto besser ist es für Mälzereizwecke geeignet. Insbesondere soll das Wasser frei sein von Bestandteilen, welche auf Verunreinigung durch tierische Abfallstoffe schließen lassen, also von Ammoniak, salpetriger Säure, Phosphorsäure, Chlor, Schwefelwasserstoff, organischen Substanzen und von Organismen, welche in verunreinigtem Wasser häufig vorkommen, wie Schimmelsporen, Bakterien, Fadenpilze u. dergl.

Das Einweichen wird in sogenannten Quellstöcken vorgenommen. Dieselben werden in verschiedener Form und aus verschiedenem Material hergestellt. In der Brennerei sind am meisten verbreitet gemauerte, mit Zement verputzte viereckige Kästen (Fig. 156 u. Fig. 157). Zum Ablassen des Weichwassers dient ein kupfernes Hahnrohr, welches in einer Ecke des Weichstockes angebracht ist. Die Oeffnung im Boden über der Einmündung des Rohres ist mit einem kupfernen Siebboden bedeckt. Zur wechselweisen Benutzung sind stets wenigstens zwei Quellstöcke vorhanden.

In Brauereien und Malzfabriken bedient man sich meist eiserner Quellstöcke von zylindrischer Form mit konischem Ansatze (s. Bierbrauerei).

Auf 100 kg *Gerste* rechnet man einen *Quellstockraum* von 300 l.

Das *Einweichen* geschieht in der Weise, daß man die Gerste in das im Quellstocke befindliche Wasser schüttet und tüchtig umrührt. Nach mehrstündiger Ruhe werden die obenauf schwimmenden Verunreinigungen und tauben Körner (die Schwemmlinge) abgeschöpft und beseitigt. Die Wasseraufnahme durch das Korn geht allmählich von statten und dauert je nach der Temperatur des Wassers und der Beschaffenheit der Gerste (ob dünn- oder dickschalig, klein- oder großkörnig, mehlig oder glasig) durchschnittlich 72 bis 96 Stunden. Während des Weichens entzieht das Wasser der Gerste lösliche anorganische und organische Stoffe (phosphorsaures Kali, Kohlenhydrate und Eiweißstoffe). Die Hülse der Gerste ist meist mit

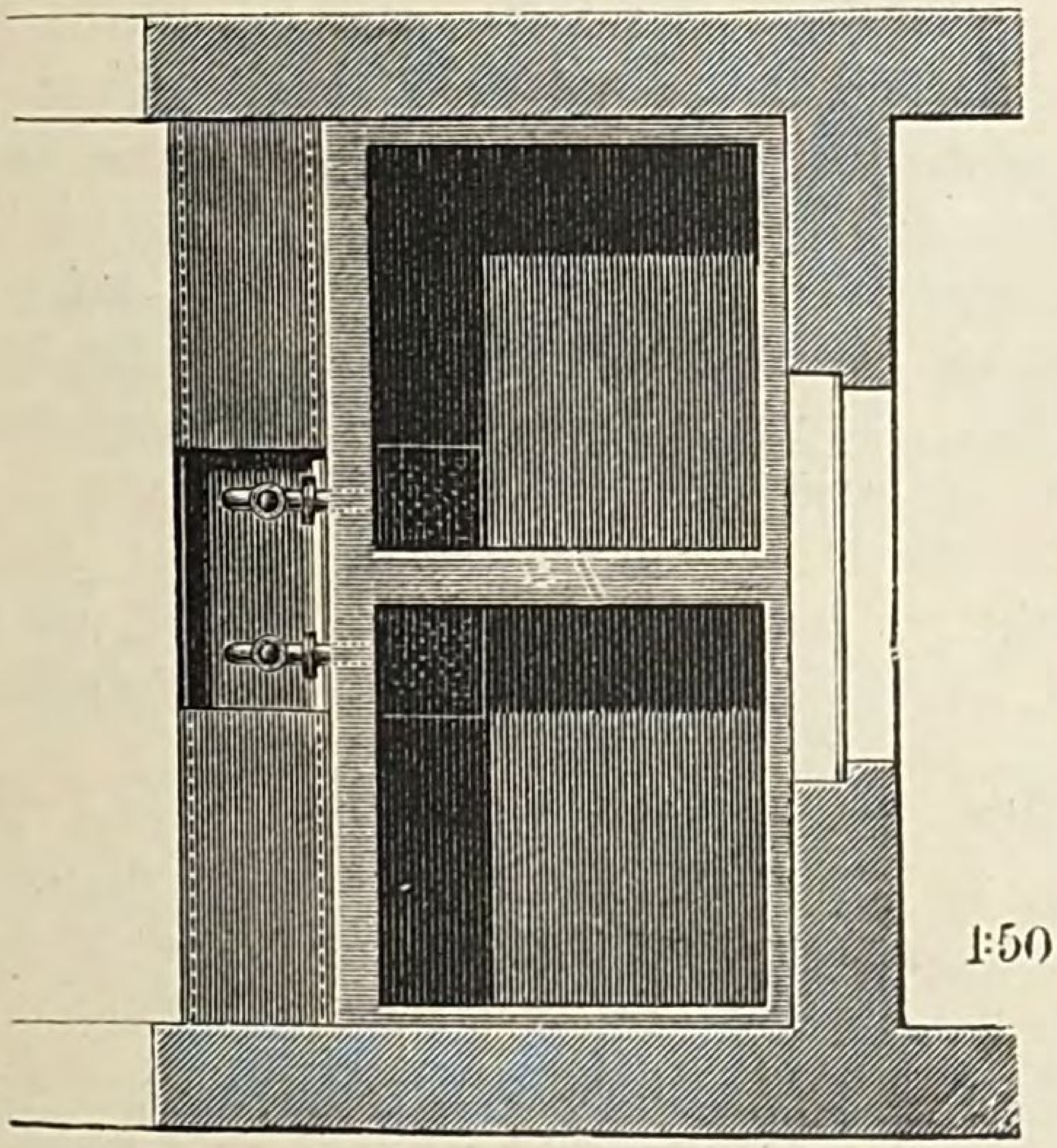


Fig. 157. Doppel-Quellstock. Ansicht von oben.

den Sporen verschiedener Mikroorganismen behaftet, welche beim Weichen gleichfalls in das Wasser gelangen. So kommt es, daß in dem Weichwasser gar leicht Gärungs- und Fäulniserscheinungen auftreten. Um dieses zu verhindern, muß das Weichwasser, welches etwa 15 cm über der Gerste stehen soll, von Zeit zu Zeit abgelassen und durch frisches Wasser ersetzt werden.

Die Berührung mit Luft wirkt auf die weichende Gerste günstig, so daß es nicht unzweckmäßig erscheint, die Gerste nach dem Ablassen des Weichwassers jedesmal einige Zeit an der Luft liegen zu lassen, ehe man frisches Wasser zuführt.

Hat das Korn die seinem natürlichen Quellungsvermögen entsprechende Wassermenge aufgenommen, d. i. ungefähr 50 pCt., so ist es *quellreif*. Würde man das Korn nun länger im Wasser liegen lassen, so würde der Mehlkörper eine breiige Beschaffenheit annehmen und die Keimfähigkeit geschädigt oder ganz vernichtet werden.

Es ist daher von größter Bedeutung für die Erzeugung eines guten Malzes, den Weichprozeß zur *rechten Zeit* zu unterbrechen.

Zur Beurteilung der Quellreife dienen in der Praxis verschiedene empirische Proben, so die Stichprobe, wobei das Korn mit den Spitzen zwischen Daumen und Zeigefinger genommen, beim Drücken nicht mehr stechen darf; die Nagelprobe, bei welcher das Korn sich über den Nagel biegen lassen muß. Macht man durch ein quellreifes Korn in der Mitte einen Querschnitt, so erscheint die Schnittfläche bis auf einen kleinen weißen Punkt in der Mitte durchfeuchtet. Diese Erscheinung kann man jedoch nur bei mehligen Körnern beobachten, bei glasigen zeigt sich die Schnittfläche gleichmäßig weiß.

Auch die bestgeputzte Gerste giebt immer noch viel Unreinigkeiten, Staub u. dgl. an das Weichwasser ab, so daß mit dem Weichen ein Reinigen der Gerste Hand in Hand geht. Indessen bleiben bei dem gewöhnlichen Weichen doch noch viele Schmutzteilchen, Pilzsporen an der Oberfläche der Gerste haften, zumal sich dieselbe mit einer feinen, schleimigen Schicht überzieht. Diese Verunreinigungen können nur beseitigt werden, wenn die Oberfläche der Körner sanft gerieben wird, was man durch besondere Waschvorrichtungen zu erreichen sucht. Der Vorteil des Waschens der Gerste beruht nun eben vorzugsweise darauf, daß derselben anhaftende Pilzsporen, welche bei ihrer späteren Entwickelung im Betriebe störend wirken könnten, entfernt werden. Es giebt zur Zeit bereits eine große Anzahl von Gerstenwaschmaschinen. Hier sei erwähnt die Maschine von Riebe u. Reuß D. R.-P. Nr. 34287, der selbstthätige Gerstenwaschapparat der Maschinenfabrik Germania in Chemnitz, die von Gehrke, Berlin SW. gebaute Kochsche Maschine D. R.-P. Nr. 35888, die Gerstenwaschmaschine der Maschinenfabrik Landsberg bei Halle a. S., D. R.-P. Nr. 30157.

Ist man genötigt, beregnete oder frisch geerntete oder überhaupt feuchte Gerste zu verarbeiten, so ist beim Weichprozeß besondere Vorsicht geboten, da die feuchteren Körner gar leicht überweicht werden. Dadurch wird, wie bereits erwähnt, die Keimfähigkeit oder wenigstens die Gleichmäßigkeit des Keimens im ganzen Keimgut beeinträchtigt. In diesem Falle ist es zweckmäßig, kürzere Zeit als sonst üblich zu weichen und dem keimenden Haufen auf der Tenne durch Befeuchten mittels einer Gießkanne die etwa erforderliche Nachweiche zu geben.

Nach beendigtem Quellprozesse wird das Weichwasser abgelassen und die quellreife Gerste im Malzkeller zur Keimung ausgebreitet.

Behandlung der geweichten Gerste auf der Tenne. Die Keimung ist derart zu leiten, daß möglichst alle Körner gleichzeitig die gleiche Stufe der Entwicklung erreichen, und daß die höchst erreichbare Diastasemenge im Korne erzielt werde. Zu dem Behufe wird die quellreife Gerste im Malzkeller in Beete oder Haufen ausgebreitet und diese einer systematischen Bearbeitung durch Umschaufeln unterworfen.

Der Malzkeller muß folgenden Forderungen entsprechen: Er muß derart angelegt sein, daß stets eine möglichst gleichmäßige Temperatur (12° R) erhalten werden kann. Er muß ferner ventilierbar und leicht reinzuhalten sein. Um der zuerst angeführten Forderung zu genügen, werden die Tennen meist in die Erde gelegt. Besonders zu beachten ist der Bodenbelag, welcher aus glattem, dichtem und zugleich widerstandsfähigem Materiale herzustellen ist. Am besten verwendet man Portlandzement, Solnhofer Platten, auch dichten Sandstein oder Asphalt. Die Fugen müssen mit Zement glatt verstrichen werden. Zum Anstrich

der Wände, welche abwaschbar sein sollen, empfiehlt sich die neuerdings vielfach angewendete Emailfarbe. Zum Zwecke einer gründlichen Reinigung der Malztenne bedient man sich am besten des Chlorkalks, den man in Form eines dünnen Breies aufträgt und später gründlich wieder entfernt.

Die Größe des Malzkellers muß natürlich in einem entsprechenden Verhältnis zum Umfange des Betriebes stehen. Nach Freiesleben sind im allgemeinen 12,5—16,6 qm Tennenraum auf 1000 Liter Maischraum zu rechnen.

Die ausgeweichte Gerste wird zunächst zu einem sogenannten Spitzhaufen in einer flachen Schicht von einer Höhe bis zu 40 cm ausgebreitet. Wenn am unteren Ende des Kornes die Wurzelscheide hervorbricht — das Korn spitzt, — legt man den Haufen in niedrigere Schichten und reguliert nun durch wiederholtes Umschaufeln (alle 6—8 Stunden) und Ausbreiten der Haufen in flachere Schichten (6—8 cm) die Temperatur im Keimgute derart, daß dieselbe in der Periode der regsten Keimthätigkeit 14° R nicht übersteigt. Durch das Umschaufeln, welches mit einer flachen Holzschaufel vorgenommen wird, werden nicht nur die im ruhenden Haufen allmälich eintretenden Verschiedenheiten in der Temperatur und Feuchtigkeit zum Ausgleiche gebracht, sondern auch eine schädliche Ansammlung von Kohlensäure verhindert. Ein rechtzeitiges Umschaufeln auf Grund gewissenhafter Beobachtung der Temperatur im keimenden Haufen ist für die Entwicklung eines gesunden und diastasereichen Malzes von größter Bedeutung.

Der Reifezustand des Malzes ist erreicht, wenn der Graskeim $^3/_4$—$^1/_1$ der Kornlänge erreicht hat, zu welcher Zeit die Wurzelkeime die 1½fache Länge des Kornes besitzen. Als wesentliches Kriterium des Reifezustandes beachte man die Länge des Graskeimes. Bei kurzem Graskeim ist die Diastasebildung stets eine mehr oder weniger unvollkommne geblieben. Unter normalen Verhältnissen ist der Höhepunkt der Diastaseentwicklung meist am fünften oder sechsten Tage erreicht. Der Diastasegehalt bleibt dann drei bis vier Tage konstant, um mit dem Hervorbrechen des Graskeims aus der Umhüllung der Spelze mehr oder weniger rasch abzunehmen. Bei gesundem, frischem Malze beobachtet man zwar häufig, daß selbst beim Herauswachsen des Graskeims über das Korn — beim Auftreten von Husaren, wie der Brauer sagt — noch keine merkliche Abnahme an Diastase stattfindet. Gleichwohl wird man gut thun, eine derartig weit fortgeschrittene Entwicklung zu vermeiden, da mit einer solchen nur ein unnötiger Substanzverlust verbunden ist.

Die Keimperiode pflegt in der Brennerei sich meist auf 5—7 Tage zu erstrecken.

Das Malz wird meist direkt nach beendigter Keimung als „Grünmalz" verwendet.

Bei seinem hohen Wassergehalt von durchschnittlich 47 pCt. kann das Grünmalz nicht ohne weiteres aufbewahrt werden. Es würde zunächst weiter wachsen und schließlich verderben. Zum Zwecke der Aufbewahrung muß es daher getrocknet werden. Je nachdem man das Trocknen durch Ausbreiten des Grünmalzes an der Luft vorgenommen oder durch Zuführung von Wärme in besonderen Apparaten, unterscheidet man Luft- und Darrmalz.

Die direkte Verwendung von Grünmalz ist unstreitig am zweck-

Diast. Kraft 1½ mal so groß als bei Kurzm. (Verlust an Stärke.
„Langmalz" bei Eiweißreicher Gerste anzuwenden. Mehr Ver-
„Kurzmalz" bei guter Braugerste.

mäßigsten, einerseits weil dasselbe am wirksamsten ist, andererseits weil die Kosten des Trocknens erspart werden.

Sorgfältig bereitetes Luft- und selbst Darrmalz stehen dem Grünmalz an diastatischer Kraft allerdings nicht sehr bedeutend nach. Jedoch gilt dieses von Darrmalz eben nur, wenn das Trocknen auf einer gut ziehenden Darre langsam und in der Weise ausgeführt wird, daß die Abdarrtemperatur 40° R. nicht überschreitet. Beim Darren des Malzes, wie es für Brauereizwecke geschieht, kann die Diastasewirkung auf ein Sechstel von der des Grünmalzes herabsinken.

In der Brennereipraxis gilt allgemein die Annahme, daß gleiche Gewichtsmengen von Grünmalz und Darrmalz die gleiche diastatische Wirkung zu entfalten vermögen. Wenn man dabei Darrmalz im Auge hat, wie es für mittelfarbige Biere hergestellt wird, mag diese Annahme im allgemeinen wohl zutreffen. Beim Vergleich mit höher abgedarrtem (bayrischem) Malz stellt sich das Verhältnis für das Grünmalz jedenfalls günstiger.

100 Teile Gerste geben nach Märcker:

140—145 Teile Grünmalz,
90—92 „ Luftmalz,
80—82 „ Darrmalz.

Malzbereitung aus anderen Materialien. Wenn nun auch die Gerste die geeignetste und weitaus am häufigsten verwendete Malzfrucht ist, so kann es unter Umständen doch zweckmäßig erscheinen, Roggen, Hafer oder Weizen zu verwenden. In südlichen Ländern (Italien, Südfrankreich u. s. w.) bereitet man wohl auch Maismalz.

Bei Verarbeitung der genannten Getreidearten handelt es sich in erster Linie darum, das Weichverfahren entsprechend abzuändern.

Der Roggen und der Weizen, welche nackt, d. h. nicht von einer Spelze umgeben sind, erreichen die Quellreife rascher als die Gerste, etwa in 15—20 Stunden. Heinzelmann, welcher über die Verarbeitung von Weizen eingehende Mitteilungen macht (Zeitschrift für Spiritusindustrie 1888, S. 362, 369) empfiehlt, den Weizen eher zu wenig als zu stark zu quellen, da er sonst leicht schimmelt und säuert. Bei schwach geweichtem Weizen muß dann natürlich durch Besprengen auf der Tenne nachgeholfen werden.

Die Keimung verläuft beim Weizen schneller als bei der Gerste. Der quellreife Weizen bleibt je nach der Temperatur etwa 24 Stunden in 15—25 cm hohen Spitzhaufen liegen und wird innerhalb dieser Zeit nur einmal umgeschaufelt. Dann wird er in Haufen von 10—15 cm ausgebreitet und täglich drei bis viermal gewendet; hält man die Temperatur von 16—17,5° R. in den Haufen ein, so ist er nach drei Tagen reif. Am dritten Tage wird er vor dem Umschaufeln ein wenig besprengt.

Wie bereits erwähnt, steht das Weizenmalz dem Gerstenmalz an diastatischer Kraft durchaus nicht nach.

Die Verarbeitung des Roggens schließt sich im wesentlichen der des Weizens an.

Auch der Hafer bedarf, obwohl er bespelzt ist, einer geringeren Weichzeit als die Gerste. Nach Kaczander (Zeitschrift für Spiritusindustrie 1888, S. 113) sind 34 Stunden hinreichend.

Auf der Tenne kann er nach demselben in hohen Beeten bei warmer Temperatur geführt werden, so daß bei fünftägiger Keimdauer ein vollkommen gut gewachsenes, reifes Malz zu erzielen ist.

Wenn nur halbwegs reiner Hafer gemälzt werde, so sei Schimmelbildung niemals zu beobachten, weshalb der Hafer in Ungarn für die Arbeit im Hochsommer nicht entbehrt werden könne.

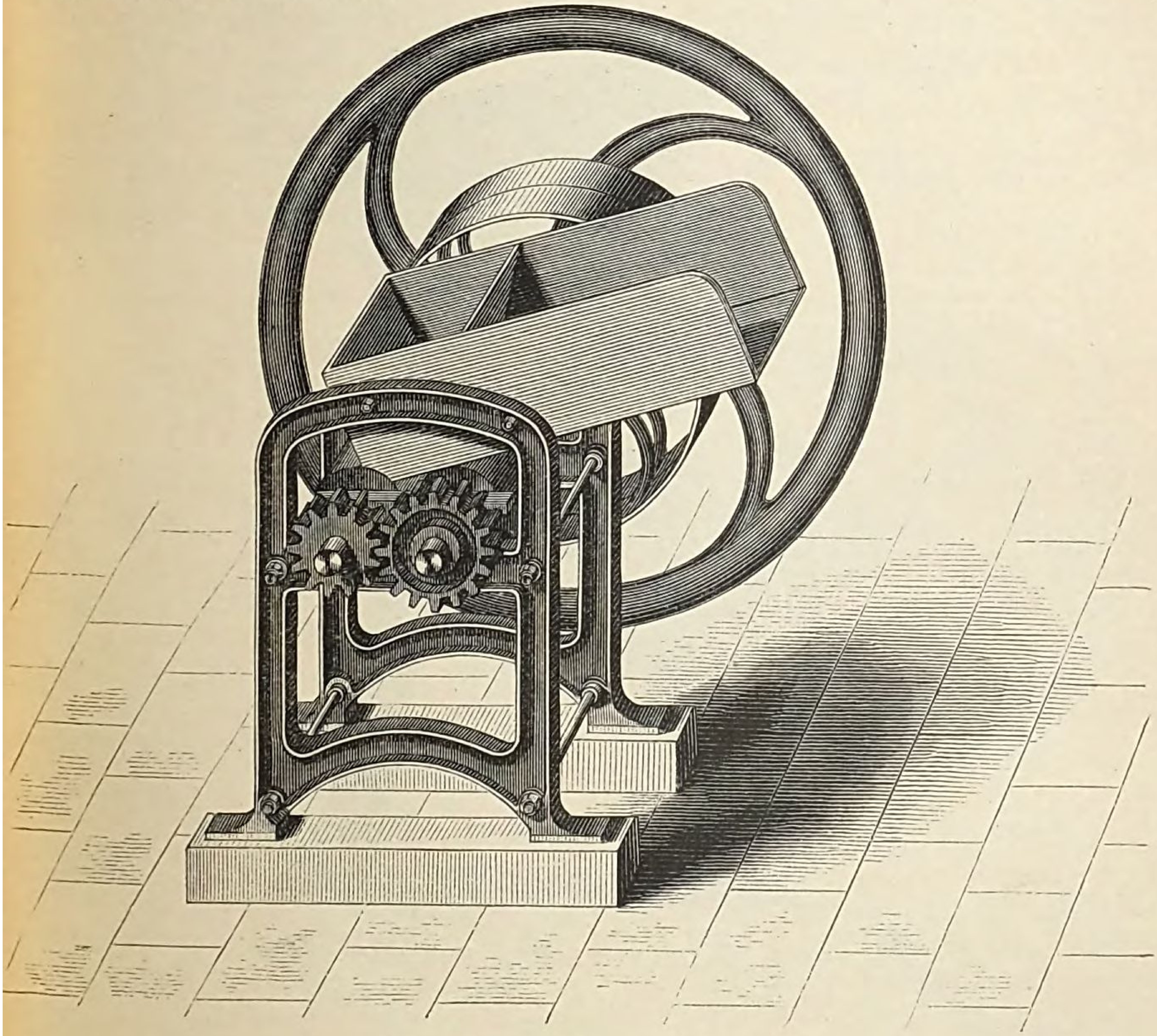


Fig. 158. Christoph'sche Malzquetsche.

Der Mais erreicht die Quellreife nach 40 bis 48 Stunden. Es empfiehlt sich, den Mais gründlich zu waschen. Auf der Tenne ist er wesentlich wärmer zu führen, als die übrigen Getreidearten. Man läßt die Temperatur im keimenden Haufen auf 22—24° R steigen. Wurzel- und Graskeime sollen sich zu beträchtlicher Länge entwickeln.

Die mechanisch-pneumatische Mälzerei, welche in neuerer Zeit für die Bereitung von Braumalz in Brauereien und Malzfabriken Eingang gefunden, kann gegenwärtig für die Spiritusfabrikation in Deutschland kaum in Betracht kommen, da der Umfang der Betriebe die Einrichtung einer derartigen Anlage nicht rentabel erscheinen läßt.

Die Zerkleinerung des Malzes. Das Malz muß, ehe es zum Maischen verwendet wird, einer sorgfältigen Zerkleinerung unterworfen werden. Dieses ist nötig einerseits, um ein möglichst vollständiges Ausziehen der Diastase aus dem Innern des Malzkornes durch das Maischwasser zu erreichen, andererseits um die Aufschließung und Umwandlung der in den Zellen eingeschlossenen Malzstärke zu erleichtern.

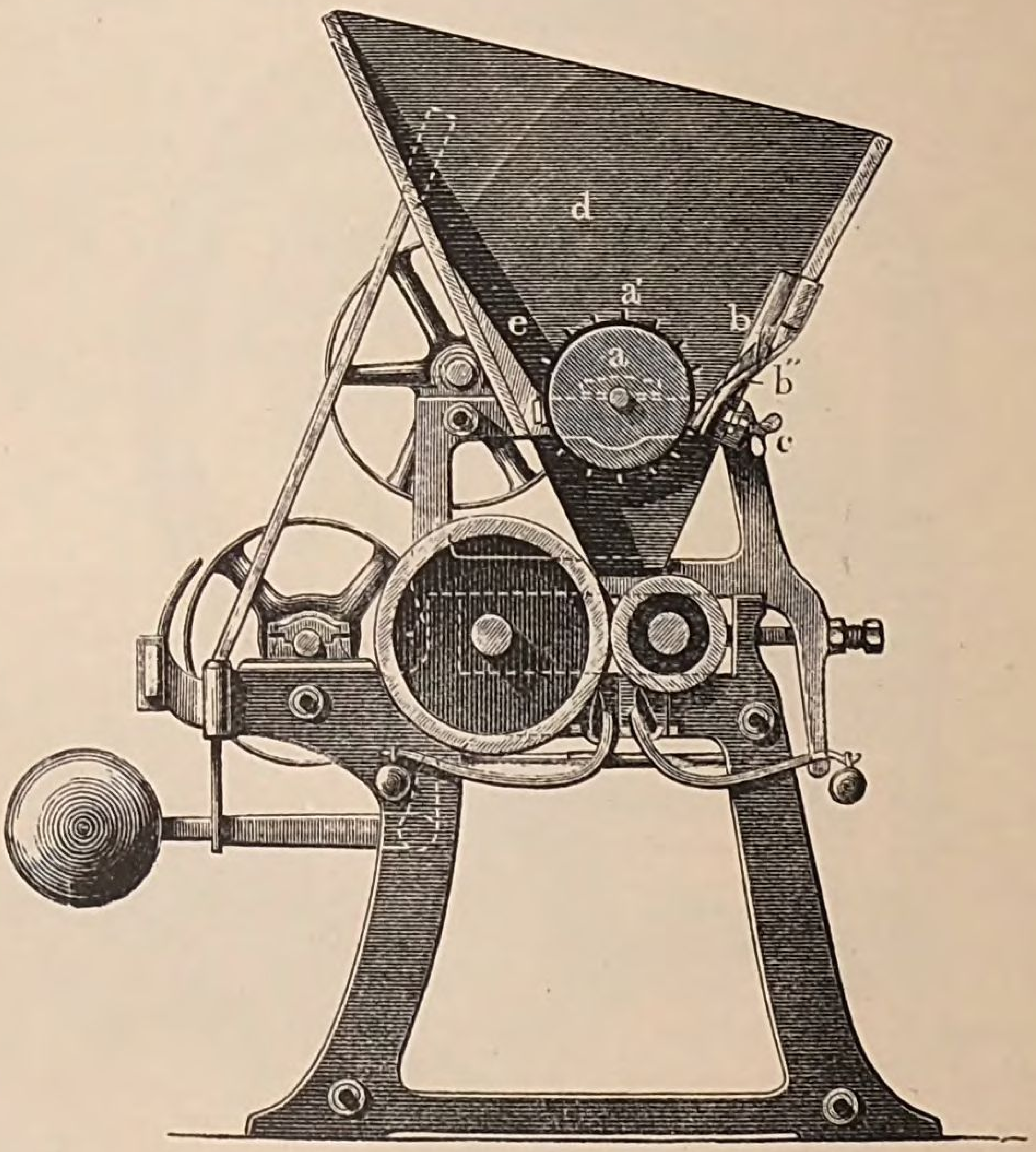


Fig. 159. Sachsenbergsche Malzquetsche.

Die Zerkleinerung des Malzes geschieht durch sogenannte Malzquetschen. Diese Apparate bestehen aus glatten (oder für Darrmalz auch kannelierten) Walzen, welche in verstellbaren Lagern ruhen und mit einer Abstreifvorrichtung versehen sind. Die Walzen besitzen stets eine ungleiche Umdrehungsgeschwindigkeit, welche erreicht wird entweder durch ungleiche Umdrehungszahl bei gleicher Größe der Walze, oder ungleiche Größe der Walzen bei gleicher Umdrehungszahl.

Eine nach dem einen Prinzip konstruierte Malzquetsche ist die in Fig. 158 abgebildete Christophsche.

Die von Gebr. Sachsenberg in Roßlau entspricht dem anderen Prinzipe (Fig. 159). Dieselbe ist außerdem mit der Adamschen selbstthätigen Speisevorrichtung D. R.-P. Nr. 21310 versehen.

Während die Malzquetschen trocken arbeiten, geschieht in den Malzmilchapparaten die Zerkleinerung bei Gegenwart von Wasser, so daß man eben schließlich

eine durch suspendierte Malzstärke weiße Flüssigkeit erhält, die sogenannte Malzmilch.

Der erste derartige Apparat rührt von Bohm her. Derselbe besteht aus einem schmiedeeisernen Gefäß von zylindrischer Form mit konischem Ansatz, welches mit einer Zentrifugalmühle in Verbindung steht. In dem eisernen Gefäß wird das Malz mit Wasser eingeteigt und in der Zentrifugalmühle zerkleinert. Aus der Mühle wird das zerkleinerte Malz wieder in das Einteigegefäß befördert, von da gelangt es wieder in die Mühle u. s. f., bis eine feine Malzmilch entstanden. Diese kann schließlich durch Vermittlung eines Dreiweghahnes direkt aus der Mühle in den Vormaischbottich befördert werden.

Nach Delbrück zeichnet sich dieser Apparat durch rasche Arbeit aus, braucht jedoch erheblich mehr Kraft, als eine Malzquetsche.

Vorbereitende Operationen für den Maischprozeß.

A. Das Waschen der Kartoffel.

Die vom Felde kommenden Kartoffeln sind, je nach dem Boden, dem sie entstammen, stets mehr oder weniger mit erdigen Bestandteilen verunreinigt. Sie müssen daher vor ihrer Verarbeitung gewaschen werden; denn einerseits würde der anhaftende Schmutz die Apparate, insbesondere den Dämpfer schädigen, andererseits würde die Schlempe an Futterwert erheblich einbüßen. Das Waschen geschieht mittels Waschmaschinen, in welchen die Kartoffeln mit fließendem Wasser in Berührung gebracht werden, und zwar in der Weise, daß die schmutzigen Kartoffeln dem Wasser entgegengeführt werden. Bei dieser Einrichtung wird die Reinigung unter möglichster Ausnutzung des Wassers bewirkt.

Die Waschmaschine befindet sich stets zu ebener Erde in dem Abladeraume für die Kartoffeln aufgestellt.

Sie besteht im allgemeinen aus einem länglichen, in Eisenblech oder Cementmauerwerk hergestellten Kasten, welcher durch Zwischenwände in zwei Abteilungen von verschiedener Länge geteilt ist. In der ersten Abteilung, welche mit einem Rührwerk versehen ist, erfolgt das Waschen der Kartoffeln und die Entfernung der Steine. Der Boden besteht aus einem eisernen Rost, durch welchen kleinere Steine, Schlamm und Sandteilchen hindurchfallen. Die schräg gestellten Arme des Rührwerks erhalten einerseits die Kartoffeln im Schwimmen, während die schweren Steine zu Boden fallen, andererseits führen sie die Kartoffeln der zweiten Abteilung zu, einer trocken oder naß laufenden Trommel mit durchlöcherten Wandungen, aus welcher jene einem Elevator zugeschleudert werden. Dieser befördert die gewaschenen Kartoffeln zum Dämpfer.

Eine derartige Waschmaschine ist die in Fig. 160 abgebildete Christophsche.

Eine Waschmaschine anderer Konstruktion, wie sie von der Aktiengesellschaft F. H. Eckert in Berlin gebaut wird, zeigt Fig. 161.

Ueber eine Siebrinne gelangen die Kartoffeln zunächst in eine trocken laufende Stabtrommel, in welcher sie bereits von einem Teil des anhaftenden Schmutzes befreit werden. Durch zwei in den festen Stirnwandungen der Trommel befindliche

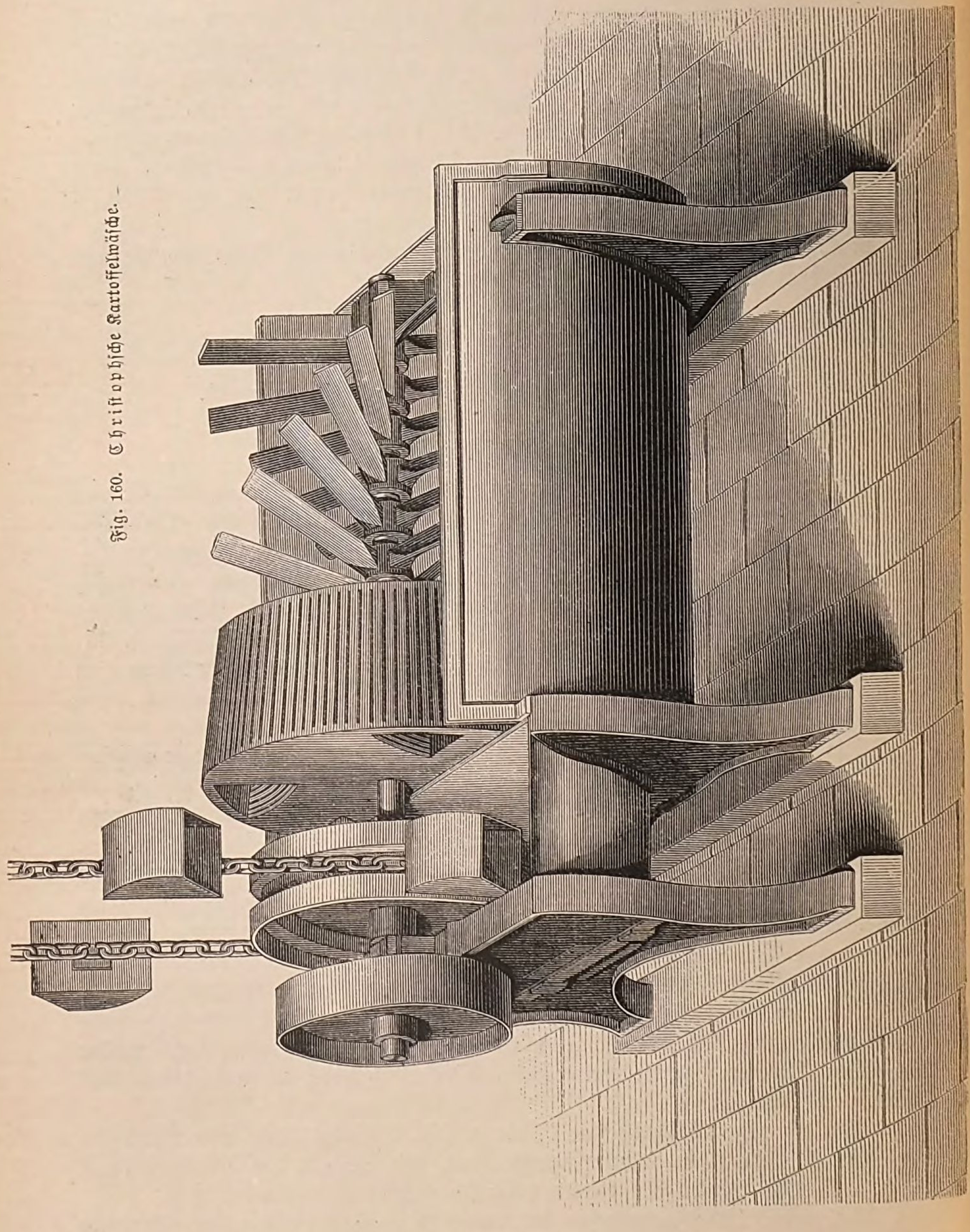


Fig. 160. Christophsche Kartoffelwäsche.

Oeffnungen und vor denselben angebrachte Schraubenflächen werden sie darauf aus der Trommel in den Waschtrog befördert, in welchem sie durch die Rührarme dem anderen Ende zugeführt werden, um dort von einer Schöpfscheibe erfaßt und ausgeworfen zu werden.

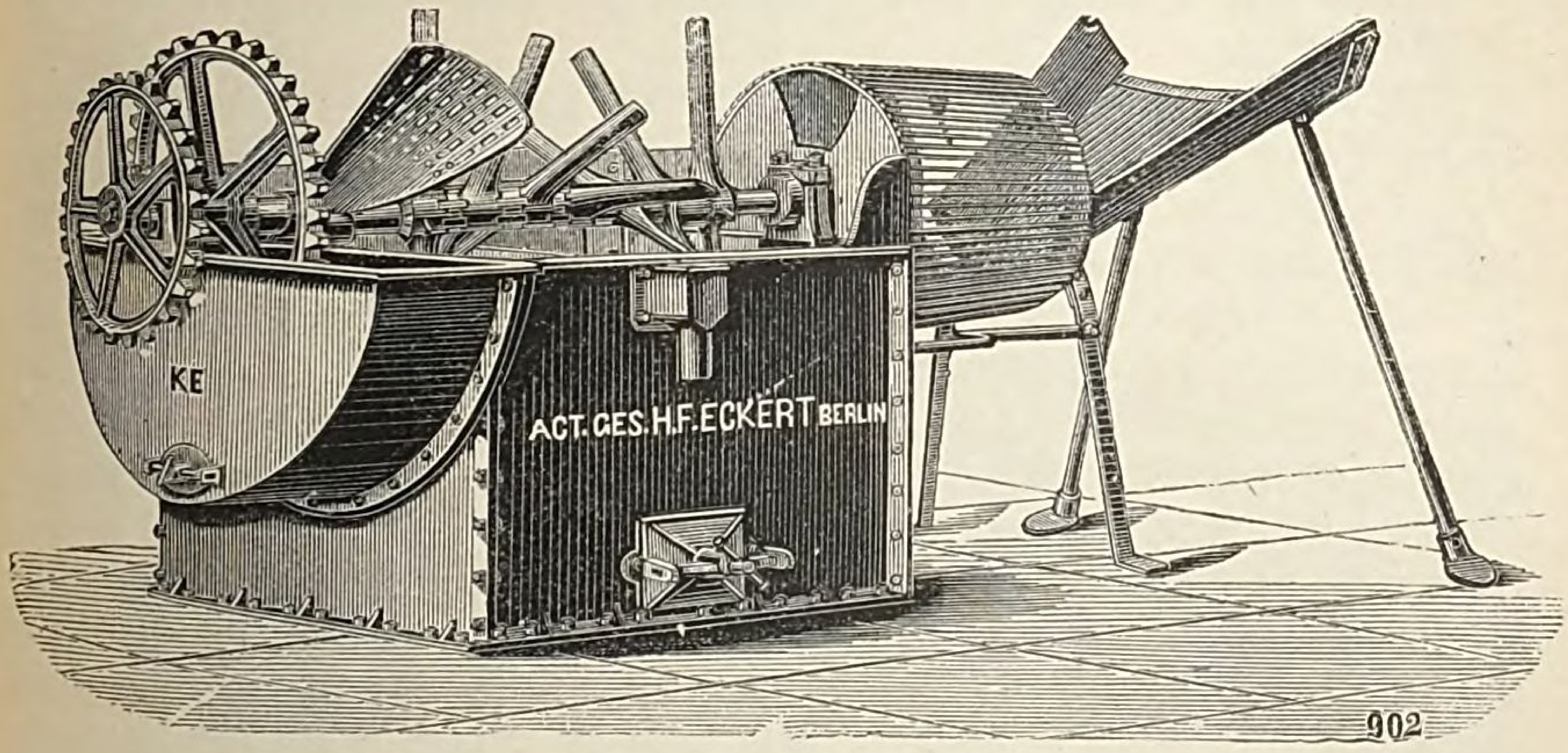


Fig. 161. Eckertsche Kartoffelwäsche.

B. Das Dämpfen.

Die gewaschenen Kartoffeln werden, nachdem man in der Regel zuvor ihr Gewicht festgestellt hat, gedämpft.

Das Dämpfen bezweckt, die Stärke in den Zustand der Verkleisterung oder Lösung überzuführen, in welchem die Diastase am besten auf dieselbe einzuwirken vermag.

Auf unveränderte Kartoffelstärke wirkt die Diastase so gut wie gar nicht ein. Eine kräftige Einwirkung findet erst statt, wenn die Stärke mit Wasser auf 65° C. erhitzt war. Diese Temperatur ist hoch genug, wenn man es mit reiner Stärke zu thun hat. Das ist aber in der Praxis niemals der Fall. In den Kartoffeln ist die Stärke vom Zellsafte umgeben, in Zellen abgelagert. Letztere sind von der Zellhaut umgeben und untereinander durch die Intercellularsubstanz verkittet. Damit die verkleisterte Stärke mit der Diastase in Berührung komme, muß die Verbindung der Zellen unter einander gelöst, die Zellen selbst müssen geöffnet und die Stärke bloßgelegt werden. Dazu bedarf es der Einwirkung einer viel höheren Temperatur als 65° C. Je höher man nun mit der Temperatur bis zu einem gewissen Grade, bei welchem eine Zersetzung von gärfähigem Material eintreten würde, geht, desto vollkommener ist die Aufschließung. Ursprünglich begnügte man sich mit dem Erhitzen der Kartoffeln in Dampf von gewöhnlicher Spannung. Seit zwei Dezennien bedient man sich zu dem gleichen Zwecke des gespannten Dampfes bis zu einem Drucke von 4 Atm., entsprechend einer Temperatur von 145° C. Für Kartoffeln geht man allerdings nicht höher als auf 2½—3 Atm., da dieser Druck völlig ausreichend ist für eine sehr vollkommene Aufschließung.

Beim Dämpfen der Kartoffeln ist zur Verkleisterung und Aufschließung das eigene Vegetationswasser derselben ausreichend. Bei anderen Materialien dagegen mit höherem Trockensubstanzgehalt (s. u.) muß Wasser zugesetzt werden.

Man unterscheidet demnach zwei Verfahren:

Das *alte Verfahren* ohne Anwendung gespannter Dämpfe und das *Hochdruckverfahren*.

Das *alte Verfahren* dürfte gegenwärtig nur mehr in ganz kleinen Brauereien vereinzelt vorkommen.

Der Apparat, dessen man sich bei demselben bediente, bestand aus einem aufrecht stehenden, aus Holz gebauten Fasse von konischer Gestalt.

Die Kartoffeln wurden durch eine oben im Deckel befindliche Oeffnung, welche mit einem Deckel und Bügelverschluß versehen war, eingefüllt. Die Dampfzuführung geschah durch ein Rohr, welches in der Mitte des Fasses mündete. Seitlich, eine Hand hoch über dem Boden befand sich die Oeffnung zum Ausbringen der gedämpften Kartoffeln, meistens ebenfalls mit Bügelverschluß versehen. Auf gleicher Höhe mit dem unteren Rand der Ausbringeöffnung befand sich ein Siebboden zur Trennung der Kartoffeln von dem ablaufenden Kondensationswasser. Letzteres wurde mit dem überschüssigen Dampf durch ein von der tiefsten Stelle des Fasses ausgehendes Rohr abgeführt. Es wurde nun so lange Dampf in das Faß eingeleitet, bis die Kartoffeln gar waren, was man daran erkannte, daß ein durch eine Probeöffnung eingeschobener Stab mit Leichtigkeit in die Kartoffelmasse eindrang.

Die gar gedämpften Kartoffel wurden durch Zerkleinerungsvorrichtungen verschiedener Art in einen Brei verwandelt, um sie hierdurch noch besser für den Maischprozeß vorzubereiten.

Die Operation des Dämpfens nach dem alten Verfahren mit dem Dampffaß dauerte 1½—2 Stunden.

Hierbei fand lediglich eine Quellung des Stärkemehls statt, aber keine Lösung, wie solche bis zu einem gewissen Grade, wenigstens bei den neueren Verfahren, eintritt. Die Aufschließung des Stärkemehls für den Maischprozeß war daher eine ziemlich unvollkommene.

Das *Hochdruckverfahren*. Ein bedeutsamer Fortschritt im Brauereibetrieb geschah durch die Einführung von Apparaten, welche die Anwendungen gespannter Dämpfe bis zu 4 Atm. gestatteten. Hierdurch wird, wie bereits bemerkt, eine weit vollkommenere Aufschließung der Stärke bewirkt, indem dieselbe teilweise zur Lösung gebracht wird. Gleichzeitig wird das Rohmaterial im Zustande einer sehr feinen Verteilung erhalten.

Nach *Märcker* kann man annehmen, daß nach dem alten Verfahren 5—10 pCt. des Stärkemehls unaufgeschlossen blieben, während bei den neuern Apparaten meist eine Aufschließung bis auf ¾—1 pCt. erreicht wird. Indessen dürfte selbst diese geringe Menge aufgeschlossenen Stärkemehls in der Maische nicht so sehr von dem gedämpften Material, als vielmehr von der Malzstärke*) herrühren, welche ja nicht gedämpft, sondern nur einer zur völligen Aufschließung nicht hinreichenden Maisch-

---

*) Die Prüfung auf unaufgeschlossene Stärke wird in der vergorenen Maische durchgeführt.

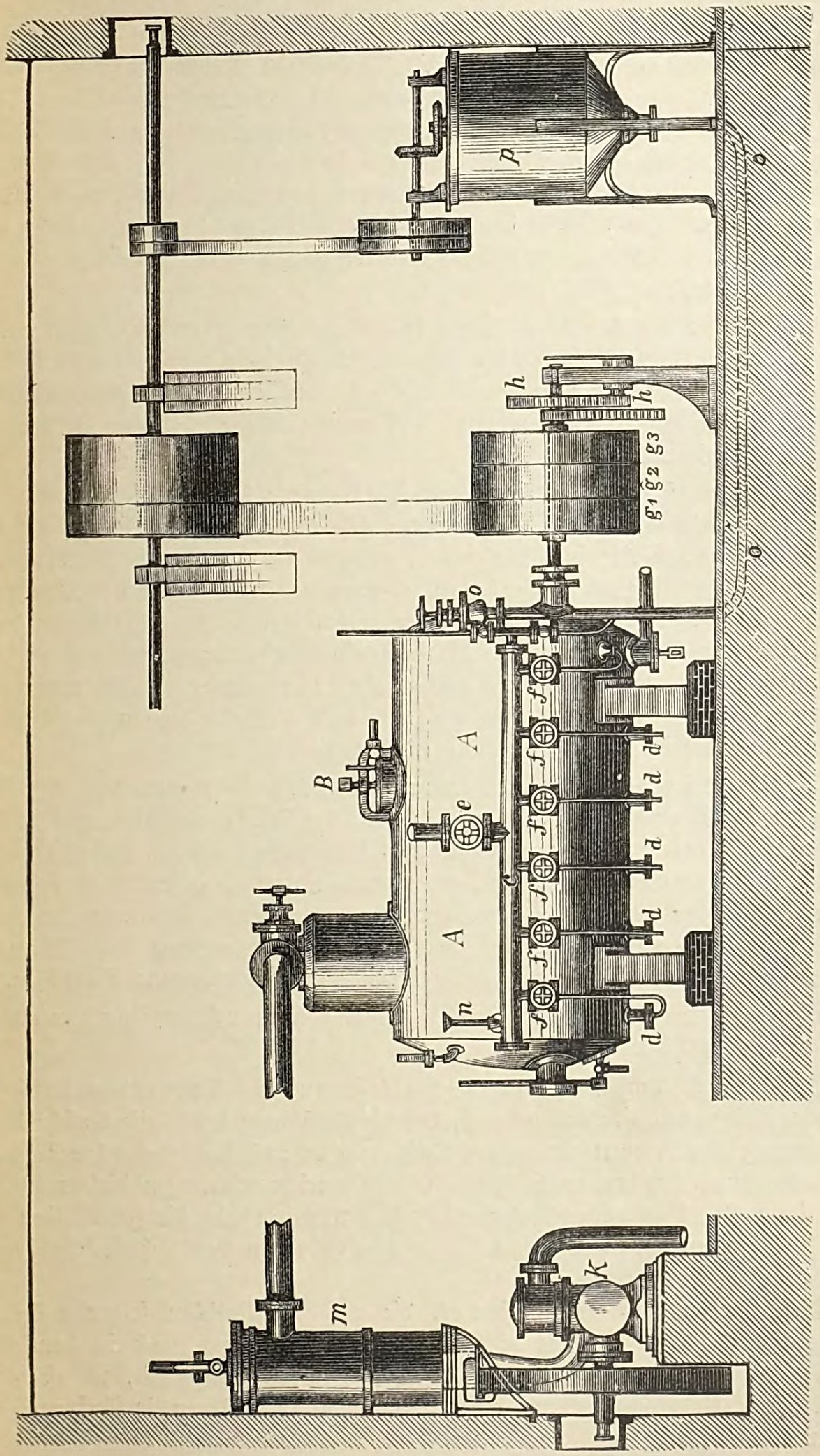


Fig. 162. Hollefreundscher Dämpfer.

temperatur ausgesetzt war, so daß die Aufschließung im Dämpfer als eine vollkommene anzusehen wäre.

Der Hollefreundsche Apparat. Den ersten Hochdruckdämpfer führte Hollefreund (1871) in den Brennereibetrieb ein. Der Hollefreundsche Apparat (Fig. 162) besteht aus einem zylindrischen liegenden, dampfkesselartigen Behälter A, von starkem Kesselblech gefertigt. Die durch das Mannloch B eingefüllten Kartoffel werden nach dem Verschließen des letzteren einem Dampfdruck von 2½—3 Atmosphären ausgesetzt. Der Eintritt des Dampfes erfolgt durch den Absperrhahn e in ein Sammelrohr c und von dort durch eine Reihe von Ventilen d in den dampfkesselartigen Behälter.

Nachdem der Druck von 2—3 Atm. etwa 1 Stunde gewirkt, setzt man ein in dem Apparat befindliches Rührwerk in Bewegung. Dasselbe durch die dicke klebrige Kartoffelmasse in den Gang zu bringen, erfordert einen beträchtlichen Kraftaufwand. Es besteht das Rührwerk aus einfachen, gußeisernen Messern, welche spiralig um eine Achse angeordnet sind.

Ist der Prozeß des Dämpfens und Zerkleinerns beendet, so hat man die heiße Kartoffelmasse auf die Maischtemperatur 48—52° R zu erniedrigen. Zu dem Behufe öffnet man zunächst ein Abblaseventil, wodurch der gewöhnliche Atmosphärendruck und die demselben entsprechende Siedetemperatur im Innern des Apparates hergestellt wird. Die weitere Abkühlung der gedämpften Maße geschieht nun durch Luftverdünnung im Dämpfer durch die Thätigkeit einer Luftpumpe k, mit welcher jener in Verbindung steht. Hierdurch wird ein lebhaftes Verdampfen bewirkt, wobei das verdampfende Wasser die zum Uebergange aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand nötige Wärme seiner Umgebung entzieht, dieselbe abkühlend.

Ist die gewünschte Maischtemperatur erreicht, so läßt man das zur Verzuckerung nötige Malzquantum in Form einer Malzmilch (gequetschtes, mit Wasser verrührtes Malz) aus einem eisernen Einteigegefäß p, welches mit dem Dämpfer durch eine Rohrleitung in Verbindung steht, in letzteren eintreten, indem man sich dazu des Ueberdruckes der Atmosphäre gegenüber dem verminderten Luftdrucke im Kessel bedient. Hier wird nun das Malz mit der Kartoffelmasse durch das Rührwerk innig gemischt und die Maische eine halbe Stunde der Zuckerbildung überlassen.

Die Dauer der Operationen im Hollefreund von einer Dämpfung zur andern beträgt durchschnittlich drei Stunden.

Der von Bohm modifizierte Hollefreundsche Apparat unterscheidet sich von dem oben beschriebenen dadurch, daß die Abkühlung der Maische nicht durch die Erzeugung von Luftverdünnung im Kessel und dadurch hervorgebrachte beschleunigte Verdunstung, sondern durch Wasserkühlung erreicht wird. Zu diesem Behufe ist das im Kessel angebrachte Rührwerk hohl konstruiert für die Zirkulation von Wasser. Außerdem kann von außen Wasser durch ein fein durchlöchertes Rohr auf den Apparat gespritzt werden.

Diese Einrichtungen ermöglichen es, die auf das Maischen folgende Operation des Abkühlens der Maische auf die Gärtemperatur auch noch in demselben Apparate vorzunehmen. Da hierzu etwa 1½ Stunden nötig sind, so ist dieser Apparat etwa 4½ Stunden von einer Dämpfung zur anderen in Anspruch genommen.

Der Henzesche Apparat. Der Henzesche Apparat (seit 1873) ist der einfachste und beste Dämpfapparat, weshalb er auch gegenwärtig weitaus in den meisten Brennereien eingeführt ist. Die Form, welche ihm sein Erfinder, der im Jahre 1878 verstorbene preußische Rittergutsbesitzer Henze auf Weichnitz gegeben, war ursprünglich die eines aufrecht stehenden, aus Kesselblech gearbeiteten zylindrischen Gefäßes mit geraden Böden.*) Die Leistung des Henzedämpfers beruht nun einerseits auf der intensiven Einwirkung des gespannten Dampfes auf die Kartoffelmasse, andererseits darauf, daß die dadurch gelockerte Masse beim Ausblasen aus dem Dämpfer durch eine enge Oeffnung in einer sehr fein verteilten Form erhalten wird. Das Ausblasen nun hatte bei der ursprünglich von Henze angewendeten Form der toten Ecken wegen erhebliche Schwierigkeiten. Dieselben wurden indessen gehoben durch einen, insbesondere von H. Pauckſch konstruierten konischen Ansatz, welchen man an dem Zylinder anbrachte. Der konische Ansatz führte dann schließlich zu der völlig konischen Form des Dämpfers, welche H. Paucksch 1880 in Deutschland und Oesterreich patentiert wurde.

Der Henzedämpfer stellt also gegenwärtig ein schmiedeeisernes Gefäß von zylindrischer Gestalt mit konischem Ansatz (Fig. 163) oder von rein konischer Form (Fig. 164) dar.

Die Garnitur desselben besteht aus folgenden Teilen:

1) mehreren (drei) Dampfabsperrventilen,
2) einem Fruchtwasserabsperrschieber,
3) einem Kartoffelausblaseventil,
4) einem Sicherheitsventil mit Standrohr und zwei Metallhähnen,
5) einem Manometer mit Hahn und Stütze,
6) einem gußeisernen Kreuzstutzen mit Fruchtwasserprobierhahn,
7) einem gußeisernen runden Rost,
8) einem Rückschlagsventil mit Dampfverteiler,
9) einem gußeisernen Kreuzstutzen,
10) einem gußeisernen Stutzen zum Anschluß des Wasserrohres und den für die Befestigung dieser Teile am Henze und zu den ersten Rohranschlüssen dienenden sämtlichen Schrauben und Muttern.

Die Dampfverteilung im Henze'schen Apparat. Für einen raschen und günstigen Erfolg beim Dämpfen ist eine zweckmäßige Verteilung des Dampfes im Apparate Haupterfordernis. Die älteren Apparate waren nur mit einem einzigen, in der Mitte des Dämpfers mündenden Dampfrohre versehen. Das genügte indessen nicht, namentlich bei der Verarbeitung von Mais, worauf deren mehrere in verschiedenartiger Anordnung angebracht wurden.

Bei der ältesten derartigen Vorrichtung von den Gebr. Avenarius in Berlin tritt der Dampf in drei übereinanderliegenden Systemen von je sechs Doppelrohren aus, deren Mündungen schräg gegeneinander gestellt sind, so daß der austretende Dampf in eine wirbelnde Bewegung gerät.

---

*) Henze bediente sich zu seinen ersten Versuchen eines alten Dampfkessels, aus welchem die Flammröhre entfernt war.

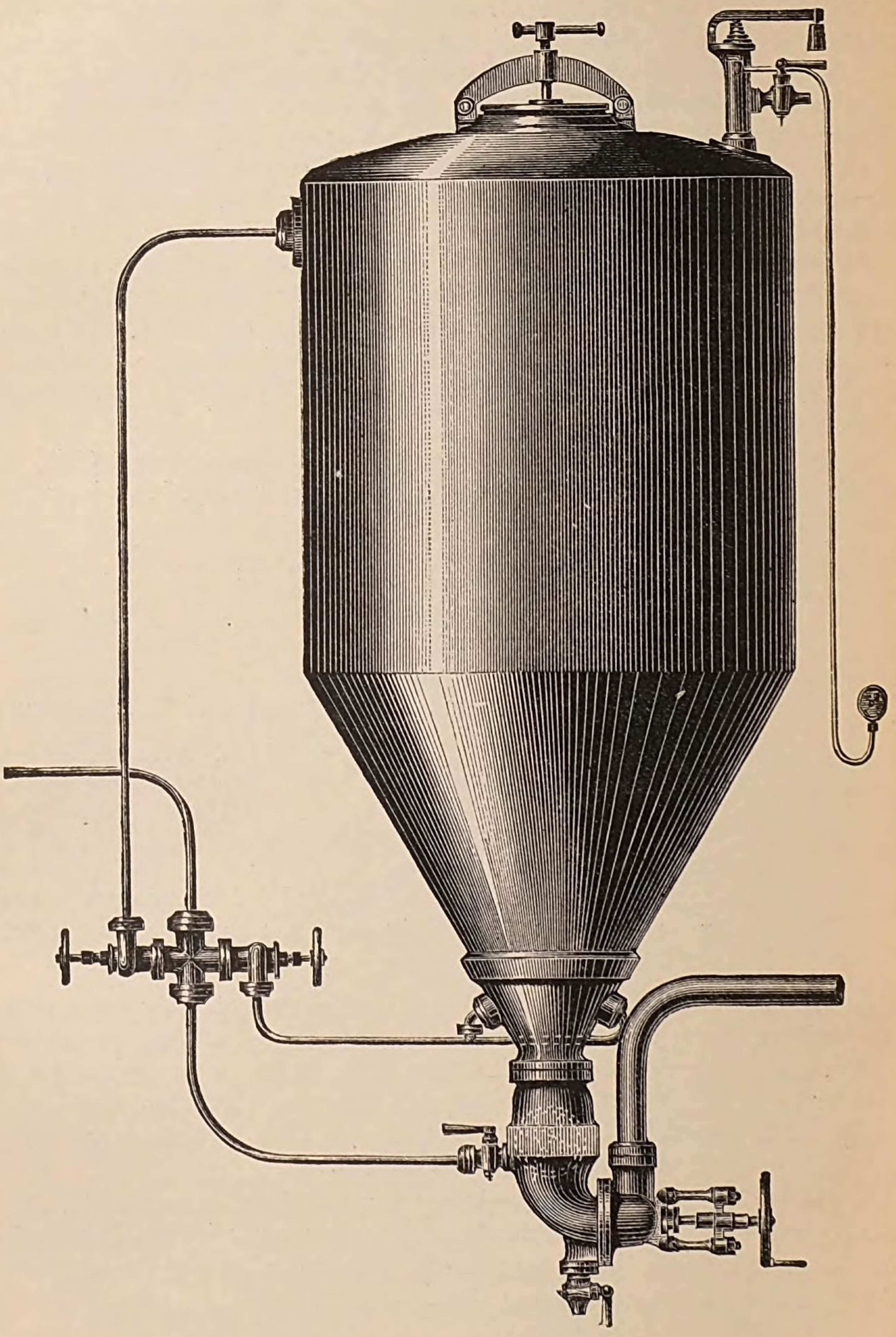


Fig. 163. Henzescher Dämpfer mit konischem Ansatz.

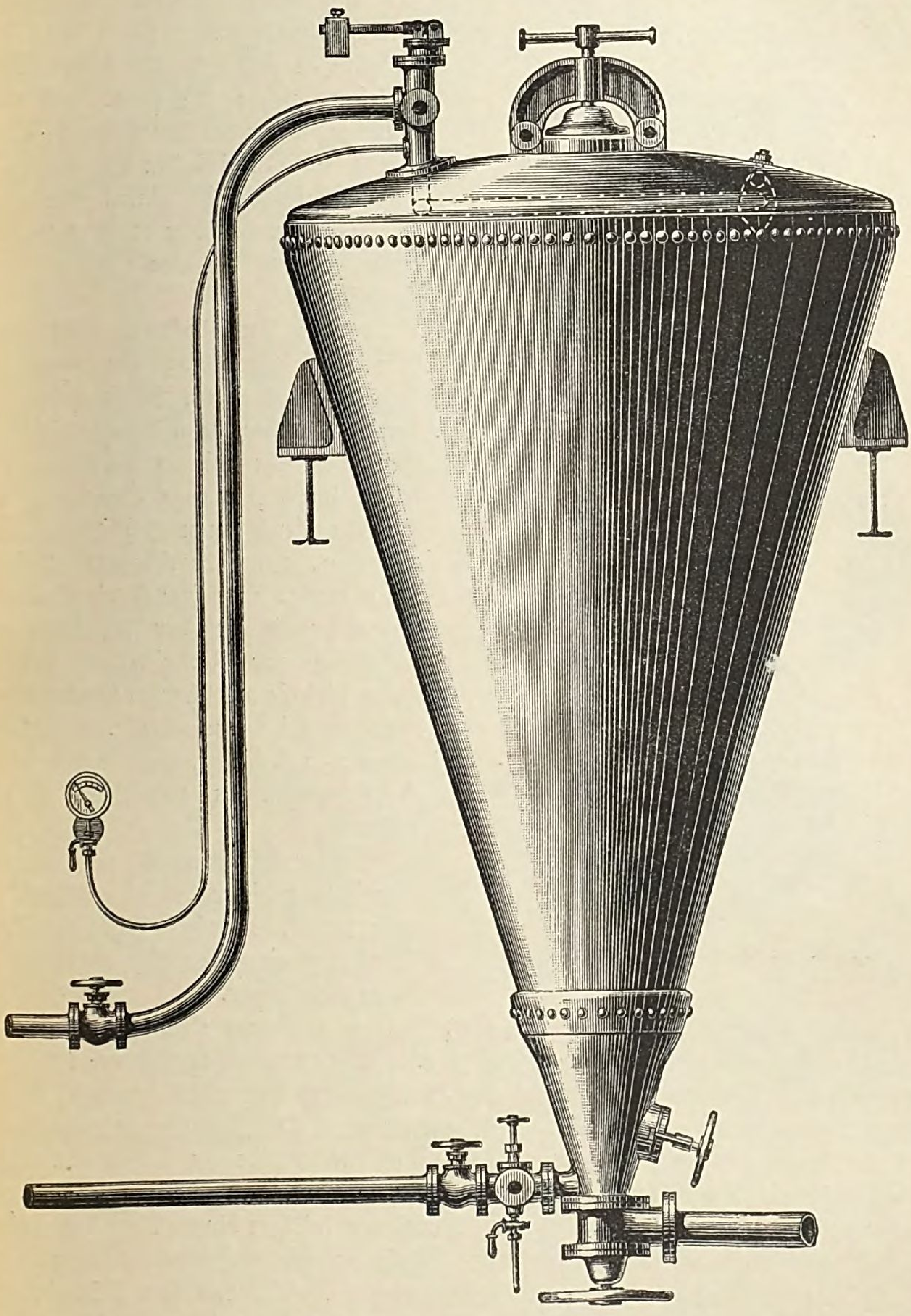


Fig. 164. Konischer H e n z e scher Dämpfer.

Eine andere einfache und sehr wirksame Einrichtung besitzt die von Delbrück angegebene sogenannte Biesdorfer Dampfverteilung (Fig. 165). Dieselbe besteht aus fünf bis sechs am Konus des Dämpfers angebrachten Dampfeinströmungen, welche kurz umgebogen und etwas schräge nach oben gerichtet sind. Die Einströmungen sind mit Rückschlagsventilen versehen, welche sich sofort von selbst schließen, wenn der Druck im Kessel aus irgend welchen Ursachen unter den im Dämpfer befindlichen sinken würde.

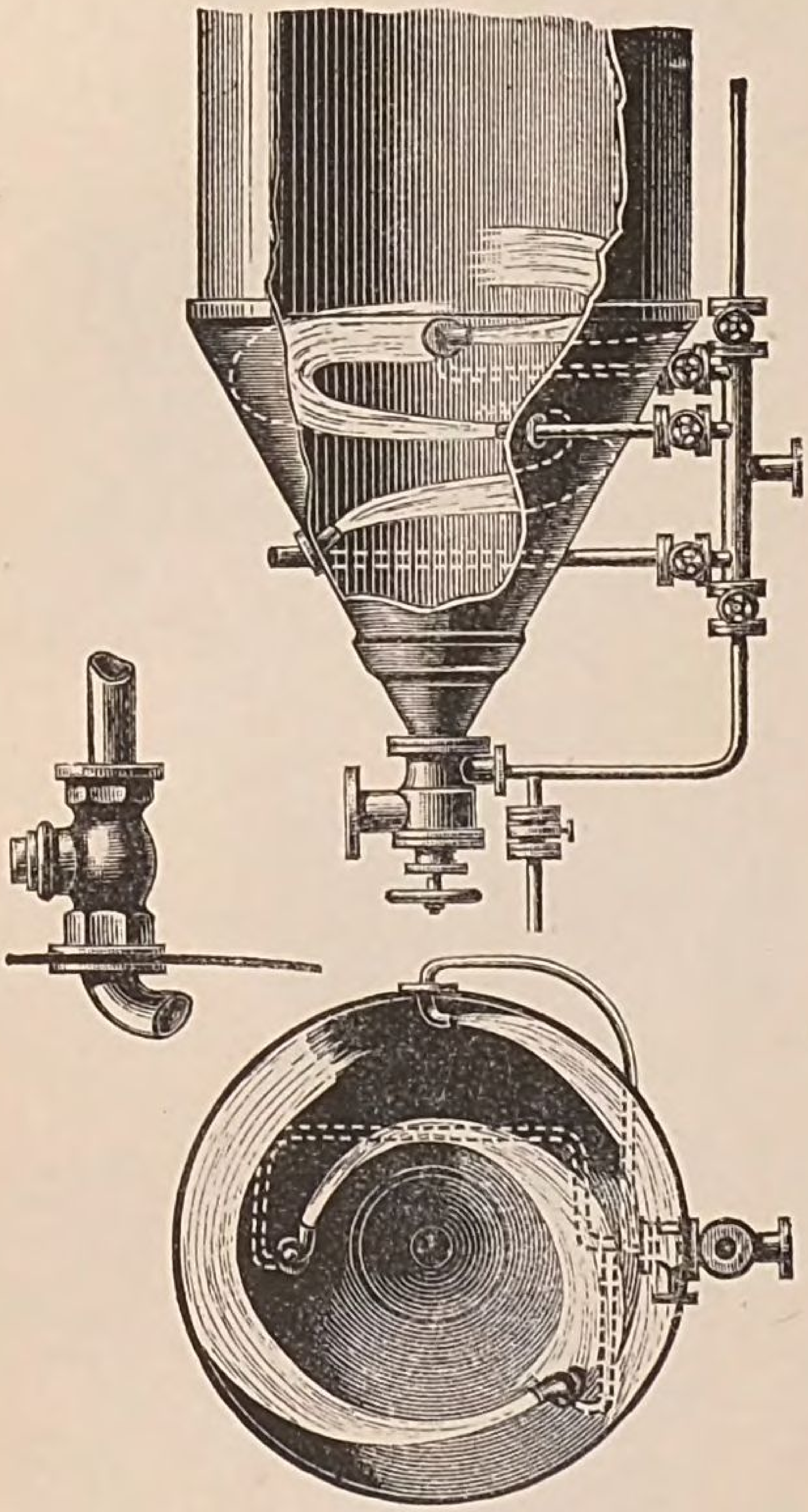


Fig. 165. Biesdorfer Dampfverteilung.

Außerdem giebt es noch verschiedene andere Formen der Dampfeinströmung.

Die Ausblasevorrichtungen. Die feine Verteilung der durch das Dämpfen gelockerten Masse wird, wie bereits erwähnt, beim Arbeiten mit dem Henze erreicht mittels Ausblasen derselben durch eine enge Oeffnung. Anfangs bediente man sich hierzu eines einfachen, rund durchbohrten Hahnes. Bald machte man jedoch die Wahrnehmung, daß die Form der Ausblaseöffnung wesentlich zur Zerkleinerung beitrage, wenn dieselbe mit scharfen Kanten u. dgl. versehen sei. An Stelle des Hahns traten nun Schieber, Ventile und andere Vorrichtungen in zahlreichen Modifikationen.

Eine sehr einfache und wirksame Vorrichtung dieser Art ist das Ausblaserohr von A. Barthel (Fig. 166). Nach Delbrück eignet es sich wesentlich für Korn und Mais.

Der Apparat besteht aus einem Gehäuse a und dem eigentlichen Ausblaserohr b. Ersteres wird durch den Rost c abgeschlossen, welcher Steine, Holzstücke Besenreiser u. dgl. zurückhält. Dieselben können durch eine mit Bügelverschluß versehene Oeffnung entfernt werden. In dem Rohre b sind spiralig angeordnet und bis zur Achse des Rohres reichend eine Anzahl eiserner Stäbe g g angebracht. Bei e befindet sich ein Dampfventil, welches gestattet, durch f einen lebhaften Dampfstrahl in der Richtung des Rohres zu führen. Durch den heftigen Anprall an den Schlagstäben des Rohres wird die gedämpfte Masse in feiner Zerteilung ausgeblasen.

Der Exhaustor am Henzeschen Apparat. Die aus dem Dämpfer auszublasende Masse besitzt eine dem Dampfdrucke entsprechende sehr hohe Temperatur. Um ein Verbrühen des Malzes und eine damit verbundene Schädigung der diastatischen Kraft zu verhindern, mußte man daher anfangs, als man ohne weiteres in den Vormaischbottich ausblies, sehr langsam verfahren, und trotzdem war eine Schädi-

gung des Malzes nicht völlig zu umgehen. Diesem Uebelstande half man nun ab durch eine Abkühlung der gedämpften Masse auf dem Wege zum Vormaischbottich mittels eines Dampfstrahl-Exhaustors. Das Prinzip desselben beruht bekanntlich darauf, daß beim Durchgange eines kräftigen Dampfstrahles durch eine enge Oeffnung von bestimmter Anordnung Luft mitgerissen und so in der Richtung des entweichenden Dampfes ein Luftstrom erzeugt wird. Ein solcher Exhaustor ist nun in einem Luftschlot, welcher in den Vormaischbottich mündet, angebracht. In den Luftschlot führt in entsprechender Höhe das Ausblaserohr des Henzedämpfers. Während des Ausblasens wird nun durch die Wirkung des Exhaustors der in den Vormaischbottich fallenden gedämpften Masse ein kalter Luftstrom entgegengeführt und dieselbe dadurch abgekühlt, so daß nun das Ausblasen rascher und ohne Gefahr für das

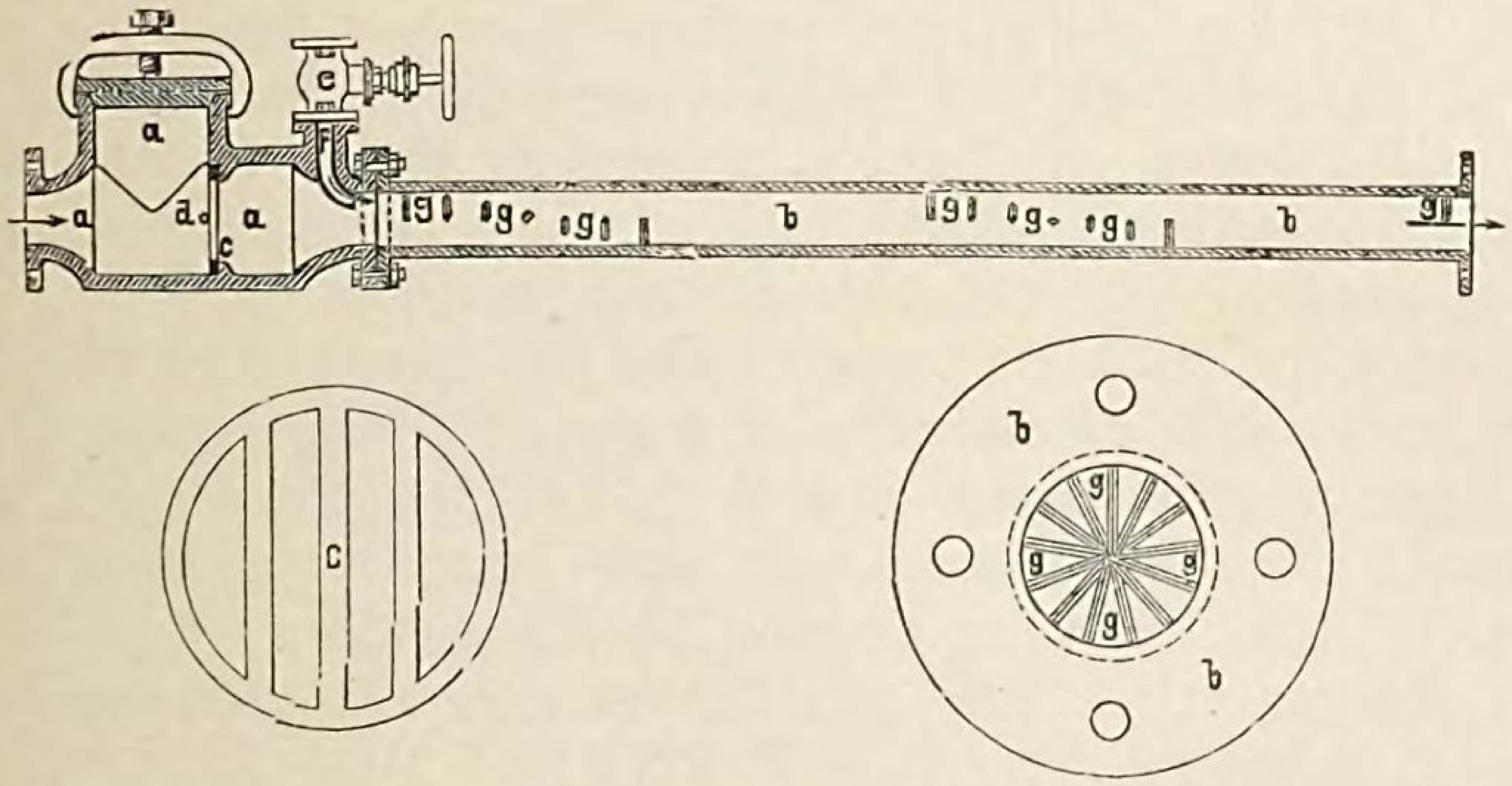


Fig. 166. Barthelsches Ausblaserohr.

Malz ausgeführt werden kann. Für eine ausgiebige Kühlwirkung ist es nötig, daß das Ausblaserohr 1—2 m über dem Vormaischbottich angebracht ist. Nach Hesse-Czerbienschin wäre indessen auch noch bei einer Höhe von 35 cm eine gute Kühlung erreichbar. Der Exhaustor ist kein leicht zu reinigender und rein zu haltender Apparat. Man ist daher in neuerer Zeit bestrebt, ihn durch Wasserkühlung im Vormaischbottich und gute Verteilung der ausgeblasenen Masse völlig entbehrlich zu machen.

Die Arbeit am Henzeschen Apparat. In einem rationellen Betriebe werden die zur Dämpfung bestimmten Kartoffelmengen jedesmal gewogen. Zu dem Behufe führt der Elevator die gewaschenen Kartoffeln einem Kasten zu, welcher auf einer Wage steht. Mittels eines Schiebers kann man dann das gewogene Quantum durch das Mannloch in den Dämpfer entlassen.

Nachdem der Dämpfer mit den Kartoffeln beschickt und das Mannloch verschlossen, wird mit dem Dämpfen begonnen. Man verfährt zunächst so, daß man bei geöffnetem Luft- und Fruchtwasserhahne von oben Dampf einleitet. Sobald aus dem oberen Lufthahne Dampf entweicht, schließt man denselben. Durch Befühlen der Wandungen des Dämpfers nimmt man eine von oben nach unten fortschreitende Erwärmung wahr. Alsbald fließt aus dem Fruchtwasserhahn Kondenswasser aus und schließlich, nachdem die Erwärmung bis in die Spitze vorgeschritten, entweicht

mit dem Wasser Dampf. Man schließt nun auch den Fruchtwasserhahn, läßt den Druck auf drei Atmosphären steigen, hält denselben noch zehn Minuten auf dieser Höhe und bläst dann aus. Bei der Verarbeitung von normalen Kartoffeln dauert die ganze Operation etwas über eine Stunde.

Zur Herstellung sehr dicker Maischen läßt man das Kondensationswasser abfließen, bis es durch mitgerissenes Stärkemehl getrübt erscheint. Mit diesem Verfahren ist natürlich ein gewisser Verlust an Stärkemehl verbunden. Nach Erhebungen von Märcker wäre derselbe jedoch gering (von 500 kg Stärke gingen 0,75 kg verloren), so daß es sich nicht einmal verlohnen würde, das stärkehaltige Kondensationswasser als Maischwasser weiter zu verwenden.

Die Größe des Henzedämpfers ist natürlich verschieden, je nach dem Umfange des Betriebes. Im Durchschnitt rechnet man für 1 Ztr. Kartoffeln 80 Liter Henzeraum. Auf den Maischraum berechnet, nahm man früher, als man durchschnittlich Maischen von 20° Sacch. herstellte, einen Henzeraum von 115—120 Liter für 100 Liter Maischraum an. Durch Steigerung der Konzentration der Maische auf 24—26° Sacch., welche man gegenwärtig mit Hilfe der Bottichkühlung und der Entschalung erreicht, ist dieser Raum nicht mehr genügend.

Danach kann sich der erforderliche Henzeraum für 100 Liter Maischraum bei Kartoffeln von 16 pCt. Stärke nach Märcker auf 200 Liter erhöhen.

Stenglein giebt folgende Tabelle für den Inhalt des Henzedämpfers bei verschiedenen Größen des Maischraumes, wenn mit 16proz. Kartoffeln 36 Pfd. Stärkemehl auf 100 Liter Raum eingemaischt werden sollen:

Für Maischraum von Liter . . .	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Liter Henzeinhalt	1719	2579	3438	4298	5158	6017	6876

Bei Verarbeitung von Kartoffeln mit geringerem Stärkegehalt und selbst schon bei 16proz. empfiehlt es sich, die erforderliche Stärkemenge durch Zusatz von stärkereicherem Material (Mais) zu beschaffen.

Um einer Explosionsgefahr vorzubeugen, ist der Dämpfer mit entsprechender Sorgfalt zu behandeln und von Zeit zu Zeit in möglichst kurzen Zwischenräumen einer eingehenden Prüfung zu unterziehen, welche sich auf alle Armaturteile zu erstrecken hat.

Zur Vermeidung von Wärmeverlusten empfiehlt es sich, den Dämpfer mit schlechten Wärmeleitern zu umkleiden. Diese Umkleidung ist jedoch so anzubringen, daß sie behufs Untersuchung des Dämpfers jederzeit leicht abgenommen werden kann.

Durch das Dämpfen unter erhöhtem Drucke wird, wie bereits erwähnt, in vorzüglicher Weise das Rohmaterial aufgeschlossen und die Stärke für den Maischprozeß vorbereitet. Andere Kohlenhydrate, welche in geringer Menge in den Rohmaterialien bereits vorhanden sind, oder welche teils im ersten Stadium des Dämpfens durch die Einwirkung stets vorhandener diastatischer Fermente auf die Stärke, teils im letzten Stadium beim Höhepunkt des Druckes durch die Einwirkung organischer Säuren auf dieselben entstehen, werden teilweise zersetzt, karamelisiert. Der Verlust an gärungsfähigem Material, welcher dadurch entsteht, ist jedoch gering und fällt gegenüber den Vorzügen des Hochdruckdämpfers ganz und gar nicht ins Gewicht.

Auch die stickstoffhaltigen Bestandteile des Rohmaterials erfahren beim Dämpfen gewisse Veränderungen. So nimmt die Menge der löslichen Stickstoffverbindungen zu, indem vermutlich eine Spaltung von Eiweißkörpern in stickstoffhaltige

Zersetzungsprodukte (Amide) stattfindet. Eine namhafte Vermehrung solcher löslichen Stoffe tritt indessen erst bei längerer (mehrstündiger) Dämpfdauer ein. Bei der im praktischen Betriebe üblichen ist dieselbe so gering, daß ihr irgendwelche Bedeutung (z. B. für die Ernährung der Hefe) nicht zukommt (Behrend).

Das Maischen.

Das Maischen bezweckt die Ueberführung der durch das Dämpfen verkleisterten und gelösten Stärke in gärungsfähigen Zucker (Maltose) und in Dextrin.

Die mit der zur Verzuckerung erforderliche Malzmenge versetzte gedämpfte Masse heißt Maische.

Beim Maischen von Kartoffeln verwendet man auf 1 Ztr. derselben durchschnittlich 2½—3 Pfd. Grünmalz.

Die Umwandlung der Stärke in Zucker erfolgt durch die Diastase des Malzes (vgl. S. 66 u. 245). Dieselbe, ein den Proteïnstoffen nahestehender Körper, ist im Wasser leicht löslich und verteilt sich gleichmäßig in der Maische. Die Intensität ihrer Wirkung ist in hohem Grade abhängig von der Temperatur, was wohl zu beachten ist. Bei 80° C wird sie unwirksam, bei tiefer liegenden Temperaturen wird sie jedoch schon geschädigt. Je nach den Temperaturverhältnissen erzeugt ein und dieselbe Diastasemenge mehr oder weniger Maltose.

Das Temperaturoptimum, d. h. jene Temperatur, bei welcher in kürzester Zeit unter sonst gleichbleibenden Bedingungen am meisten Zucker und wenigsten Dextrin entsteht, liegt bei 55—63° C. Hierbei entstehen aus 100 Teilen Stärke 68 pCt. Maltose und 32 pCt. Dextrin.

Eine weitergehende Umwandlung der Stärke in Maltose ist nur durch Anwendung großer Diastasemengen und eine sehr lange Einwirkungsdauer möglich. In der Praxis ist eine solche nicht durchführbar.

Gleichwohl wird in der Praxis fast alle Stärke vergoren. Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, daß während der Gärung noch nachträglich durch die vorhandene Diastase eine allmähliche Umwandlung des Dextrins in Zucker erzielt wird.

Verfolgt man den Verzuckerungsprozeß mit der Jodreaktion, so zeigt sich folgendes: Zuerst tritt auf Zusatz der Jodlösung zu einer Probe filtrierter und abgekühlter Maische eine reine Blaufärbung auf, so lange noch lösliche Stärke vorhanden ist; die Blaufärbung geht dann durch blauviolett und rotviolett in rot über, das Rot in braun, bis schließlich keine charakteristische Färbung mit Jod mehr auftritt. Die verschiedenen Färbungen rühren von der Anwesenheit der Stärke nahestehender, leicht umwandelbarer Dextrine her.

Nach beendetem Verzuckerungsprozesse soll das Maischfiltrat keine Jodreaktion mehr geben. Hierzu ist zu bemerken, daß man bei Anstellung der Jodprobe in der Maische nur dann sicher geht, wenn man nach und nach solange Jod zusetzt, bis die Farbe der Jodlösung in der Probe auftritt. Erst dann ist man sicher, daß keine färbenden Dextrine oder lösliche Stärke vorhanden sind. Es tritt nämlich oft der Fall ein, daß einige wenige Tropfen einer Jodlösung, selbst bei Anwesenheit von starkfärbenden Dextrinen keine Farbenerscheinung geben.

Nimmt man die Jodprobe statt im Maischfiltrat direkt in der verzuckerten Maische vor, so beobachtet man stets mehr oder weniger sich blau färbende Stärkekörnchen. Unter dem Mikroskop erkennt man dieselben als Malzstärke. Da die Malzstärke nicht gedämpft, sondern nur der zur vollkommenen Verkleisterung unzureichenden Maischtemperatur ausgesetzt wird, so kann sie von der Diastase während des Maischprozesses nicht völlig umgewandelt werden. Die von der Malzstärke herrührende Jodreaktion nimmt während der Gärung allmählich ab, verschwindet jedoch nicht vollständig. In der vergorenen Maische ist stets noch eine geringe Menge unaufgeschlossener Malzstärke mit Jod nachweisbar.

Aus dem Verhalten der Diastase gegenüber der Stärke bei höheren Temperaturen ist zu entnehmen, daß bei der Praxis des Maischens erstes Erfordernis wäre, die Einhaltung der für die Diastasewirkung günstigsten Temperatur von etwa 44° R. Hierbei hat man sich noch zu vergegenwärtigen, daß die Diastase nicht nur beim Maischen auf die Stärke verzuckernd einwirkt, sondern auch noch während der Gärung fort und fort unvergärbares Dextrin in vergärbaren Zucker umwandelt, wenn anders sie ungeschwächt aus dem Maischprozeß hervorging. Dieses ist aber nur möglich, wenn beim Maischen die angegebene Temperatur nicht wesentlich überschritten wird.

Leider steht mit der Einhaltung dieser Temperatur ein anderer Umstand im Widerstreit, nämlich der, daß die süße Maische ein sehr geeigneter Boden ist für das Gedeihen von Spaltpilzen, welche teils mit dem Malze, welchem sie anhaften, teils aus der Luft in die Maische gelangend, äußerst störende Nebengärungen veranlassen können. Um diese Spaltpilze sicherer unschädlich zu machen, wendet man eine etwas höhere Maischtemperatur an, nämlich 50—52° R. Freilich völlig vernichtet werden sie auch bei dieser Temperatur nicht, jedoch soweit geschwächt, daß sie keinen erheblichen Schaden mehr anrichten können. Hätte man ein anderes Mittel, die Spaltpilze unschädlich zu machen, so stände einer niedrigen Maischtemperatur nichts im Wege. Ein solches Mittel scheint man nun in der That in der Fluorwasserstoffsäure bezw. dem Fluornatrium gefunden zu haben. Bei der Temperatur von 44° R wird allerdings die Malzstärke noch weniger aufgeschlossen. Indessen dürfte dieser Umstand dem Vorteil gegenüber, daß die nachwirkende Kraft der Diastase besser erhalten bleibt, nicht ins Gewicht fallen.

Um nun den beiden Anforderungen der Einhaltung der günstigsten Zuckerbildungstemperatur und der Vernichtung der Spaltpilze gerecht zu werden, verfährt man zweckmäßig in der Weise, daß man anfangs rascher ausbläst, bis die Temperatur von 40° R erreicht ist, dann aber langsam und vorsichtig, um die diastatische Wirkung sich voll entfalten zu lassen; gegen Ende der Maischung läßt man die Temperatur auf 49—50° R steigen und unterbricht den Maischprozeß, nachdem man die Maische kurze Zeit (20—30 Minuten) dieser Temperatur überließ.

Beim Arbeiten mit dem Henzeschen Apparat wird das Maischen in einem besonderen Gefäße, dem sogenannten Vormaischbottich ausgeführt. In dem Vormaischbottich muß sich ein kräftiges Rührwerk befinden, das eine innige Mischung des Malzes mit der gedämpften Masse herbeizuführen und zu unterhalten hat.

Das erforderliche Malzquantum (2½—3 Pfd. pro Zentner Kartoffeln) wird fein zerquetscht mit etwas Wasser in der Regel vor dem Ausblasen in den

Vormaischbottich gebracht. Es muß so viel Wasser genommen werden, daß das Rührwerk bereits eine Bewegung in der Malzmilch hervorbringen kann. Das Ausblasen geschieht dann unter beständigem Gange des Rührwerks.

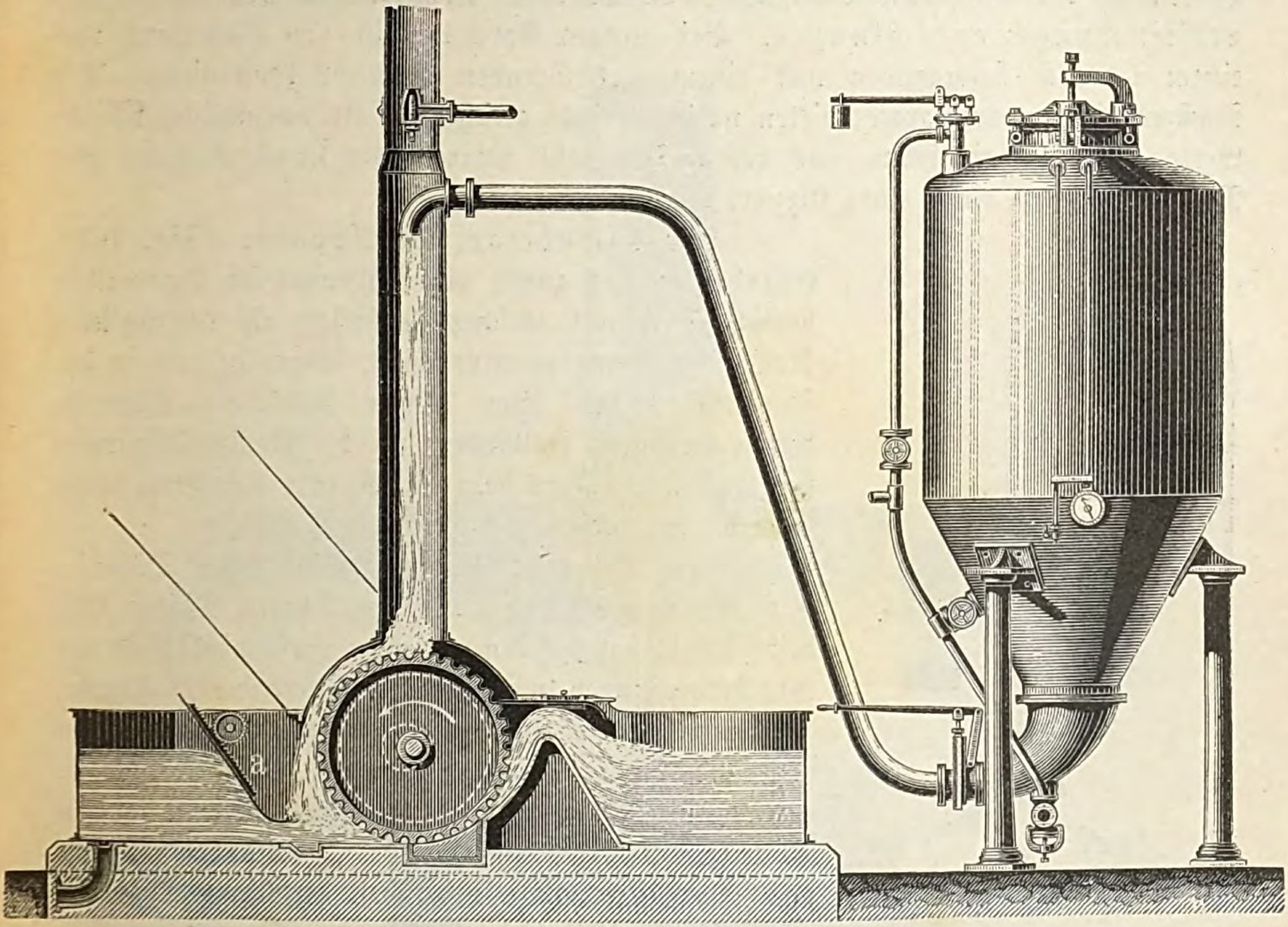


Fig. 167. Ellenbergers Maisch- und Dämpfapparat.

Das Ausblasen und die Zuckerbildung beanspruchen beim Henzeschen Verfahren 40—55 Minuten.

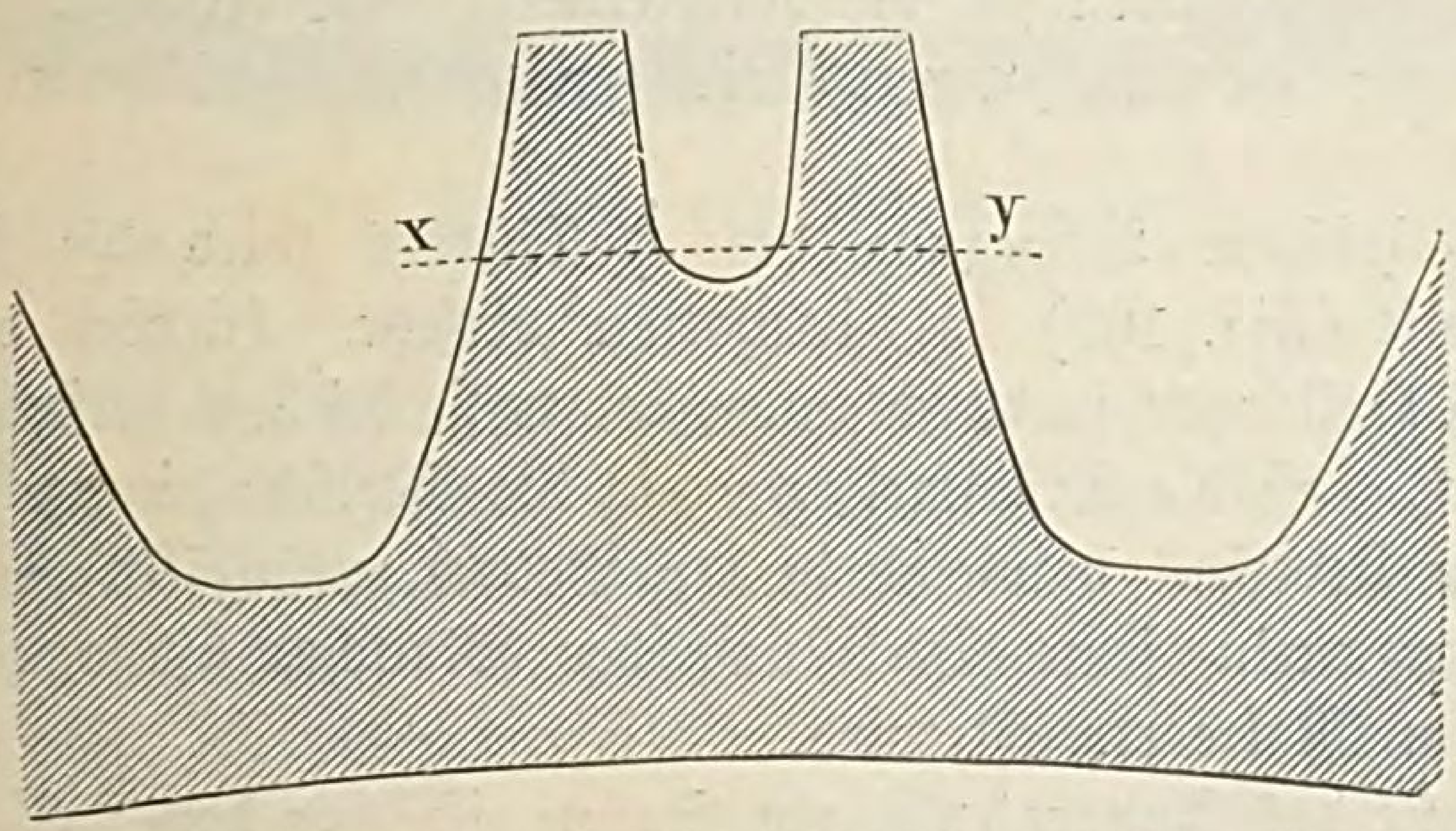


Fig. 168. Zähne der Trommel des Ellenbergerschen Apparates

Der Maischapparat. Die Vormaischbottiche, früher aus Holz, werden in neuerer Zeit in Eisen konstruiert. Sie besitzen eine zylindrische, länglichrunde

oder wannenförmige Gestalt. Der Forderung, eine innige Mischung von Malz und gedämpfter Masse herbeizuführen, suchen verschiedene Konstruktionen von Rührwerken gerecht zu werden. Insofern durch die Wirkung der letzteren eine feinere Verteilung der Maische bewirkt wird, dienen diese Apparate zugleich als Nachzerkleinerungsvorrichtungen. Bei einigen Apparaten ist das Rührwerk aus einem lediglich bewegenden und einem zerkleinernden Apparat kombiniert. Die Nachzerkleinerungsapparate wirken natürlich stets gleichzeitig als vorzügliche Mischwerke. Nachstehend sollen aus der großen Zahl vortrefflicher Konstruktionen von Maischapparaten einige kurz skizziert werden.

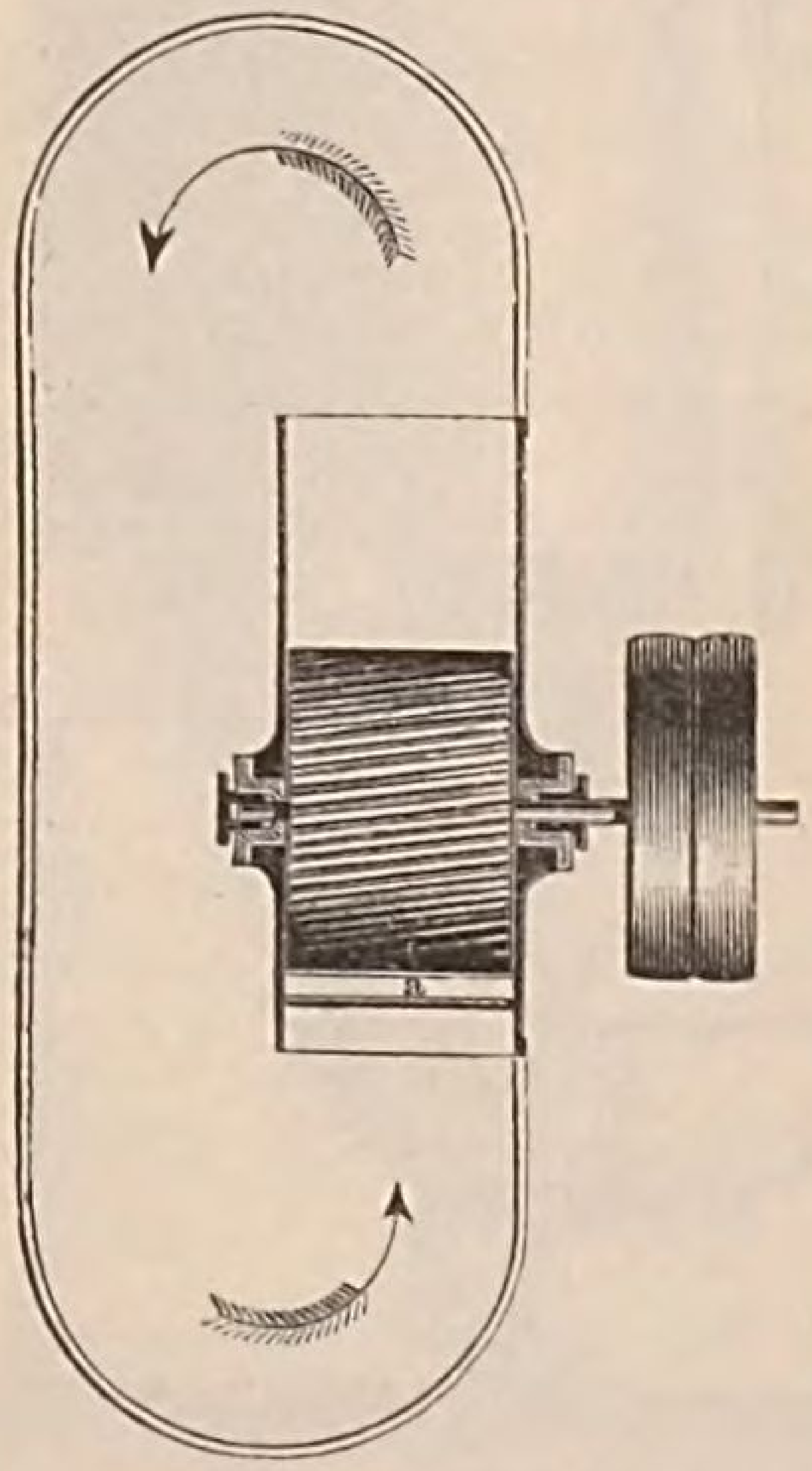


Fig. 169. Ellenbergerscher Maischapparat. Grundriß.

Der Ellenbergersche Apparat (Fig. 167). Ellenberger hat zuerst ein Rührwerk im Vormaischbottich angebracht, welches gleichzeitig als vorzüglicher Nachzerkleinerungsapparat wirkt, indem er den in der Papierfabrikation schon länger bekannten Apparat, den sogenannten Holländer, für die Nachzerkleinerung der gedämpften Kartoffeln und Körner dem Brennereibetriebe anpaßte.

Zum Dämpfen dient ein zylindrischer Dämpfer mit konischem Ansatz. Die gedämpfte Masse fällt beim Ausblasen auf den mit einer Geschwindigkeit von 200 Umdrehungen in der Minute rotierenden Holländer. Derselbe befindet sich in einem langgestreckten, mit abgerundeten Stirnwandungen versehenen Vormaischbottich und ist durch eine Längswand von dem übrigen Bottichraum abgetrennt. Der „Holländer" besteht aus einer eisernen, zylindrischen drehbaren Trommel mit geripptem Mantel und einer festliegenden, ebenfalls gerippten Bodenplatte. Die Rippen von Trommel und Bodenplatte sind so angeordnet, daß sie sich bei der Bewegung der Trommel scherenförmig kreuzen. Die Rippen oder Zähne haben nebenstehende Form (Fig. 168). Dieselben können bis zur Linie x y abgearbeitet sein, ohne Schaden für die Nachzerkleinerungswirkung. Dann kann die Trommel umgekehrt werden, worauf die Zähne sich gewissermaßen von selbst wieder schärfen.

Durch die lebhafte Bewegung des Holländers wird die Maische in der Richtung der Pfeile (Fig. 169) in Zirkulation versetzt. Hierbei hat die Maische immer wieder den Holländer zu durchlaufen, indem sie bei dem verstellbaren Schütz a, welches verhindert, daß die Trommel ganz in die Maische eintaucht, eintritt und über den erhöhten Ueberfall b wieder in den Bottich zurückfällt. Es ist klar, daß hierdurch eine ungemein feine Verteilung der Maische, sowie eine sehr innige Mischung mit dem Malze erreicht wird.

Zum Schutze des Apparates gegen Steine ist vor den Holländer nach der ganzen Länge desselben eine Rinne als Steinfänger angelegt.

Für Dickmaischen haben Venuleth und Ellenberger einen neuen Apparat von zylindrischer Form konstruiert, welcher in die Kategorie der Bottiche mit Wasserkühlung gehört.

Der Apparat von Pauck sch (Fig. 170). Der Vormaischbottich besitzt eine schalenförmige Gestalt. Am Boden des Bottichs ist ein Zentrifugalzerkleinerungsapparat angebracht. Derselbe besteht aus einer festliegenden Grundplatte mit schrägstehenden Erhöhungen und einem eigentümlich geformten Flügelrad, welches etwa

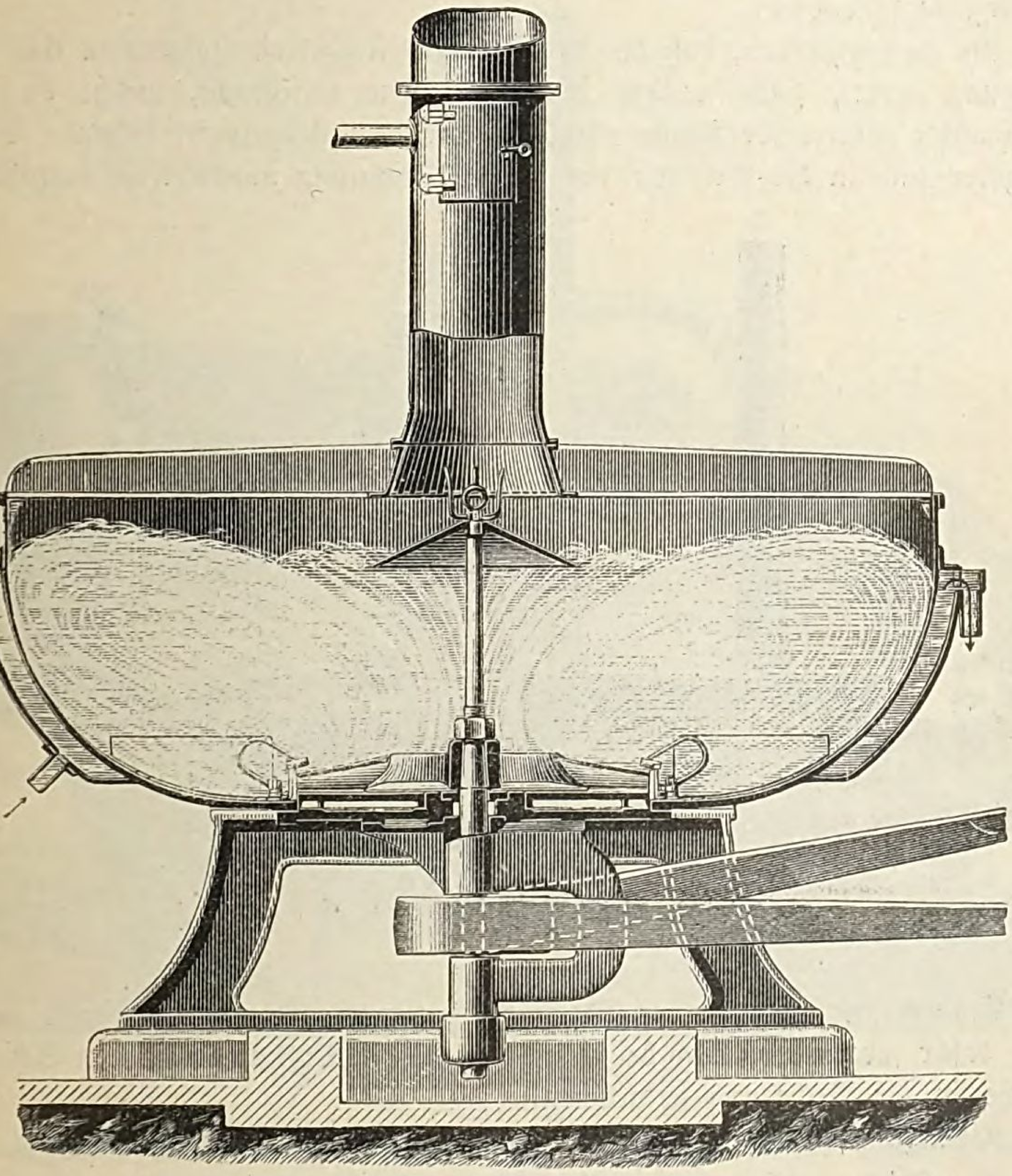


Fig. 170. Paucksch er Vormaischbottich.

180 Umdrehungen in der Minute macht und in der Mitte bei der Nabe 4 große Oeffnungen besitzt. Die Flügelflächen dieses auf der Welle festgekeilten Rades stehen schräg zur Drehungsebene. Die Welle wird durch eine Riemenscheibe in Bewegung gesetzt. Zwischen dem rotierenden Flügelrade und der Grundplatte ist nur ein sehr geringer Zwischenraum und werden alle Maischteilchen gezwungen, durch diesen geringen Spielraum hindurchzugehen. Der Spielraum zwischen den beiden Mahlflächen kann durch Heben oder Senken der stehenden Welle mittels der Schraubenspur beliebig verändert werden.

Um den Umfang des Flügelrades sind eine Anzahl schmiedeeiserner Bügel angebracht, welche als sogenannter Fasern- oder Pedenfang dienend Strohreste,

Wurzelkeime u. dgl. von dem Zerkleinerungsapparat zurückhalten und so einerseits ein unnützes Zerkleinern solcher Körper, andererseits die Verstopfung von Rohrleitungen verhindern.

Auf dem oberen Ende der stehenden Welle befindet sich eine konische Haube, welche dazu bestimmt ist, die ausgeblasene Masse gleichmäßig gegen die Bottichwandung zu schleudern.

Um zu verhindern, daß die Maische dem Flügelrade folgend in eine kreisende Bewegung gerate, sind in dem Bottich Leisten angebracht, welche die aus der Maischmühle austretende Masse nötigen, ihre dem Flügelrade folgende Bewegung aufzugeben und in der Art, wie das in der Zeichnung markiert ist, aufzusteigen.

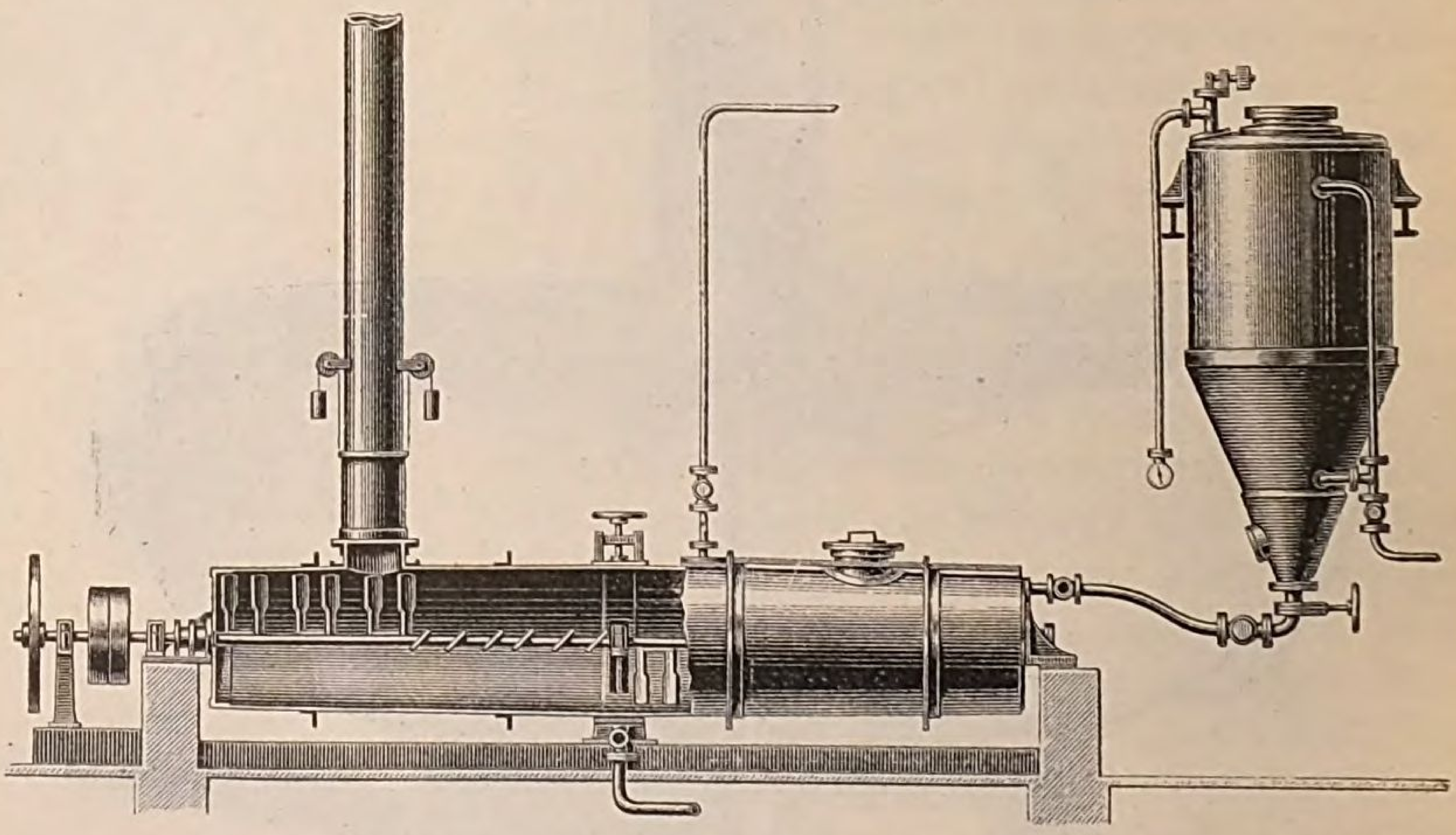


Fig. 171. Retterscher Maischapparat mit Dämpfer.

Endlich sind noch an der Spitze der rotierenden Axe zwei Finger angebracht, welche dafür sorgen, daß auch bei völlig angefülltem Bottich die oberen Schichten der Maische an der Bewegung teilnehmen.

Kleinere Apparate sind mit einer doppelten Wand zur Wasserkühlung versehen.

Für Dickmaischung hat Pauckſch noch einen anderen Apparat konstruiert, bei welchem das Flügelrad durch ein kräftig wirkendes Rührwerk ersetzt ist. Dasselbe besteht aus zwei zu einem S gekrümmten Flügeln, auf welchen eiserne Stäbe angebracht sind. Dieselben bewegen sich bei der Rotation der Axe, an welcher die Flügel befestigt sind, zwischen feststehenden, kupfernen Kühltaschen hindurch. Die Kühltaschen ragen von oben in den Bottich hinein und sind zur Erhöhung der Kühlfähigkeit gerippt. Zu ihrer Reinigung können dieselben durch Lösen weniger Schrauben abgenommen werden.

Der Rettersche Maischapparat (Fig. 171). Dieser durchaus originelle Apparat besteht aus einem langen liegenden kupfernen Zylinder, welcher durch verschiedene eiserne Bänder und Versteifungen sehr widerstandsfähig gemacht ist.

Für einen Maischraum von 2500 Litern besitzt derselbe eine Länge von 5,5 bis 6 m und in der Mitte einen Durchmesser von 1 m und an den Enden von

0,9 m. Für einen größeren Maischraum wächst nur der Durchmesser, während die Länge ziemlich unverändert bleibt.

Ein Rührwerk, dessen Welle in der Längsachse des Apparates ruht, macht während der Maischung 80 Touren in der Minute und sorgt so für die erforderliche Mischung und die Verteilung der Maische.

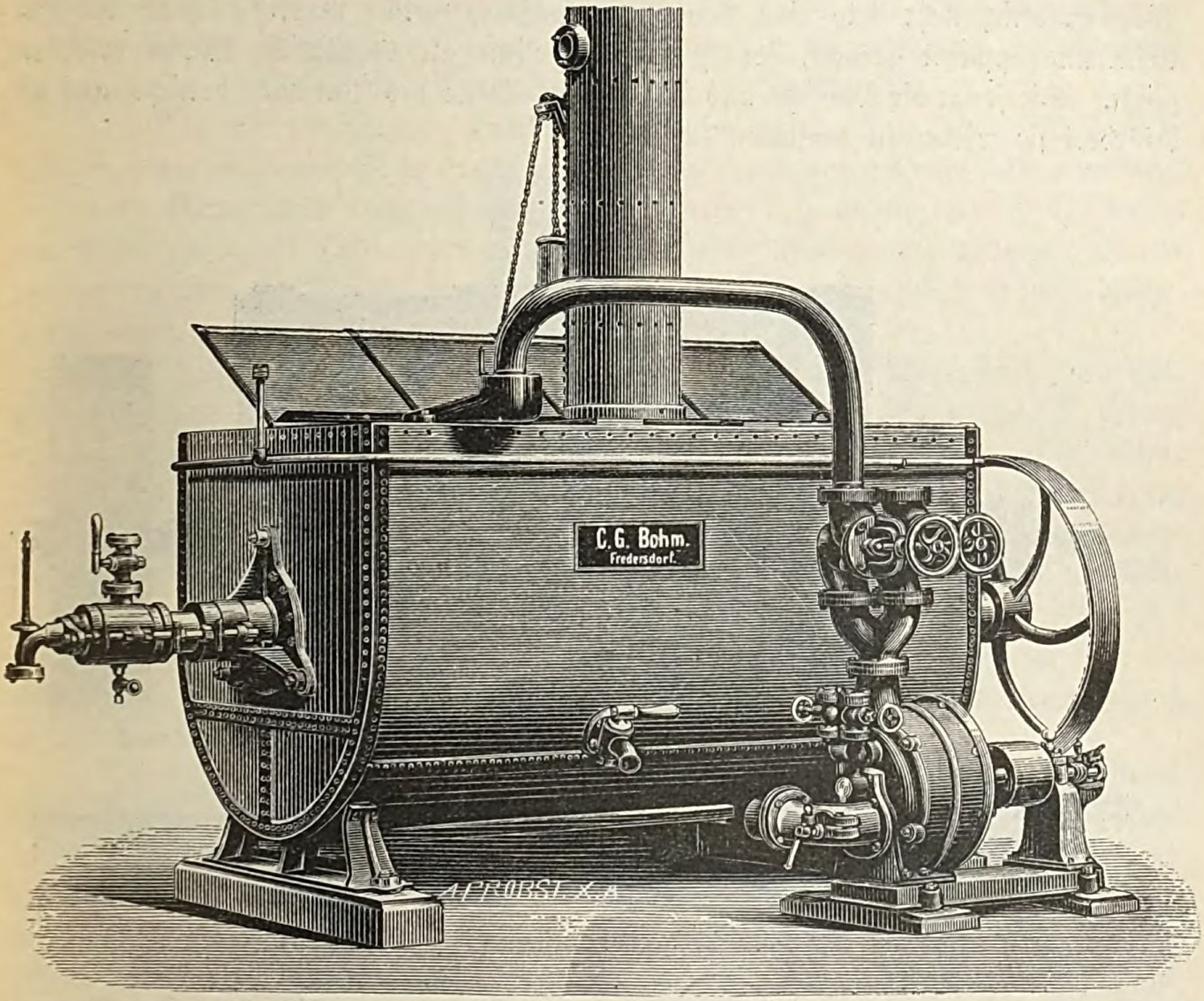


Fig. 172. Bohmscher Wannenbottich.

Die gedämpfte Masse wird aus dem Henzedämpfer an der einen Stirnwand des Zylinders eingeblasen und fliegt fein zersträubt über die ganze Länge desselben hin, ohne das im Apparat befindliche Malz direkt zu treffen. Mit diesem kommt sie erst abgekühlt durch die Wirkung des Exhaustors, sowie durch die einer Oberflächenberieselung in Berührung. Letztere Einrichtung besteht aus zwei längs des ganzen Apparates verlaufenden mit zahlreichen Oeffnungen versehenen Röhren, aus welchen Kühlwasser auf den Apparat gespritzt wird. Das ablaufende Wasser wird durch eine unter dem Apparat angebrachte Rinne fortgeführt. Der Exhaustor ist nicht direkt mit dem Ausblaserohr in Verbindung gebracht, sondern befindet sich am entgegengesetzten Ende des Zylinders. An dem Maischzylinder befindet sich noch ein Mannloch zum Einbringen des Malzes. Durch dasselbe wird während des Dämpfens vom Exhaustor Luft eingesogen. Zum Zwecke der Reinigung kann der untere Teil des Exhaustorrohres emporgehoben werden. Der Rettersche Maischzylinder wird als ein sehr empfehlenswerter Apparat bezeichnet.

Der Bohmsche Wannenbottich (Fig. 172). In dem wannenförmigen Maischbottich liegt ein Rührwerk, bestehend aus einer hohlen Achse, welche in den beiden Stirnwandungen des Bottichs ruht, und an welcher Kästen aus Kupferblech angebracht sind. Diese Kästen besitzen auf der Seitenfläche aufgesetzte Vorsprünge, um mittels derselben die gedämpfte Masse zu verteilen. In Verbindung mit dem Wannenbottich steht stets eine kleine Maischmühle, welche ursprünglich als Nachzerkleinerungsapparat gedacht, jedoch in erster Linie als vorzügliche Mischvorrichtung wirkt. Sie saugt die Maische aus der tiefsten Stelle des Vormaischbottichs auf und befördert sie wieder in denselben zurück.

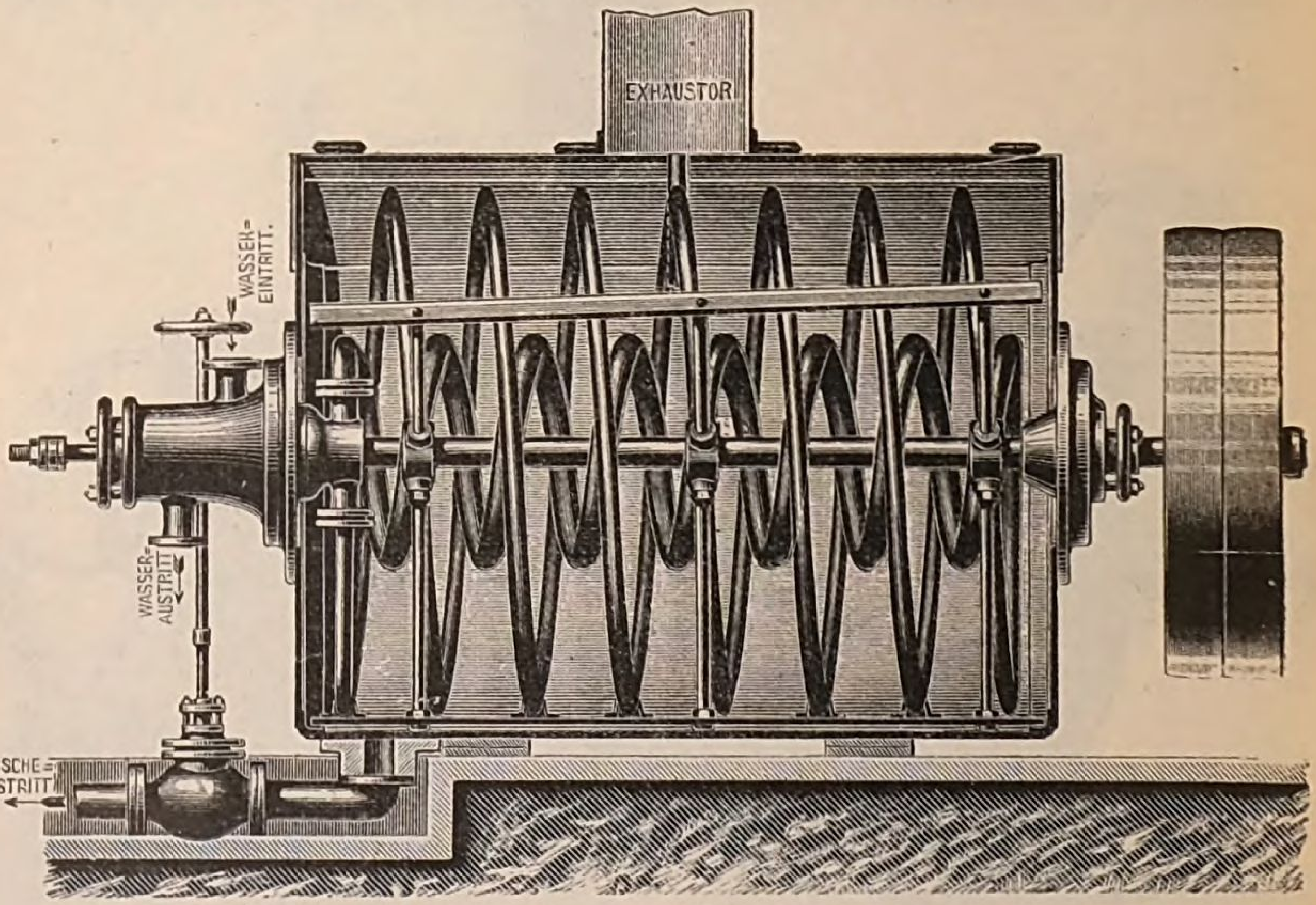


Fig. 173. Wannenbottich von Camin und Neumann.

Der Wannenbottich von Camin u. Neumann (Fig 173). Der Apparat besteht aus einer schmiedeeisernen Wanne mit einem durch Gegengewichte entlasteten Deckel. An der in der Längsachse liegenden hohlen Welle ist eine nach rechts gewundene Kühlschlange angebracht. In Verbindung mit der Kühlschlange und gegen die Welle abgestützt, befinden sich Leisten. Durch diese Einrichtung wird die Mischung und Bewegung der Maische bewerkstelligt. Die Schlange bewegt die Maische abwechselnd von dem einen zum andern Ende des Bottichs, während die Schlagleisten dieselbe gegen die lange Wand werfen.

Das Rührwerk macht nur dreißig Touren in der Minute, weshalb dasselbe nur wenig Kraft verbraucht.

Die Kühlung der Maische.

Die Abkühlung der Maische von der Maischtemperatur 48—50° R auf die Gärtemperatur 11—17° R geschieht entweder

1. durch Wärmeausstrahlung an die Atmosphäre unterstützt durch gleichzeitige Verdunstung — die sog. Luftkühlung oder

2. durch Wärmeabgabe an Wasser als Kühlmittel — Wasserkühlung oder
3. durch kombinierte Luft- und Wasserkühlung, endlich
4. durch Eis.

Ein Kühlapparat ist um so besser, je rascher und mit je geringeren Kosten er ein Abkühlen der Maische auf die Gärtemperatur gestattet. Hierbei fällt übrigens die Zeit ganz besonders ins Gewicht. Namentlich sollen die Temperaturen von 40—30° R rasch überschritten werden, da dieselben der Entwickelung von störender Nebengärung — Milch- und Buttersäurebildung — günstig sind.

1. Die Luftkühlung. Hierher gehört in erster Linie das Kühlschiff, welches lange Zeit ausschließlich als Kühlapparat diente, gegenwärtig aber nur mehr in kleinen Brennereien angetroffen wird. Dasselbe ursprünglich aus Holz, später aus Eisen gearbeitet, stellt einen runden, sehr flachen Bottich mit niedrigem Rande dar, in welchem die Maische in dünner 10 cm nicht übersteigenden Schicht ausgebreitet wird.

Die Aufstellung des Kühlschiffes geschieht in einem überdeckten, der Luft wenigstens von drei Seiten freien Zutritt gewährenden Raum und meist derart, daß die abgekühlte Maische direkt in den Gärbottich ablaufen kann. Die dünne Schicht, in welcher die Maische auf dem Kühlschiff lagert, ist der Abkühlung durch die Luft günstig. Die Abkühlung wird indessen noch wesentlich beschleunigt, einerseits durch ein Rührwerk, welches fortwährend für die Erneuerung der Oberfläche der Maische sorgt, andererseits durch große Windflügel, welche mit dem Rührwerk verbunden, den Zutritt von frischer noch nicht mit Feuchtigkeit gesättigter Luft bewirken und so die Verdunstung und die damit verbundene Temperaturerniedrigung in der Maische fördern.

Im kalten Winter wird das Kühlschiff ganz gute Dienste leisten. Anders aber gestalten sich die Verhältnisse mit Eintritt der wärmeren Jahreszeit. Nicht nur, daß die Abkühlung wesentlich verzögert wird, es tritt auch die Gefahr auf, daß die Maische anfängt zu säuern. Dieses kann um so leichter eintreten, als auf dem Kühlschiff die in der Luft vorhandenen Bakterien durch nichts gehindert werden, sich in der Maische anzusiedeln. Daß während der heißen Jahreszeit das Kühlschiff an und für sich nicht zu brauchen ist, braucht wohl nicht besonders betont zu werden.

Es ist daher selbstverständlich, daß man, wenn irgend möglich, das Kühlschiff beseitigt und durch einen Wasserkühlapparat ersetzt.

Dazu kommt, daß das Kühlschiff einen beträchtlichen Platz beansprucht. Nach Freiensleben ist für einen Maischraum von 3000 Liter eine Kühlschifffläche von 39 qm = 7,1 m Durchmesser erforderlich.

Zu den Luftkühlapparaten gehört auch der Siemenssche Treppenkühler. Derselbe besteht aus einer zickzackförmig angeordneten eisernen Treppe, welche in einem kastenartigen Gehäuse untergebracht ist. Während die Maische in dünner Schicht über die Treppe herunterläuft wird ihr durch einen Ventilator ein kräftiger Luftstrom entgegengeblasen.

Zu erwähnen ist schließlich noch der Gontardsche Apparat, unstreitig der beste Luftkühler. Derselbe existiert in zwei Formen:

In der älteren Anordnung (Fig. 174) besteht derselbe aus einem wannenförmigen Bottich, in welchem eine Anzahl schräg zur Axe gestellter Scheiben von

Eisenblech rotieren. Die Wanne und die Scheiben werden von einem Aufsatz überdeckt, auf welchem sich ein Exhaustor befindet. Die Scheiben tauchen nicht ganz bis zur Hälfte in die Flüssigkeit ein. Bei ihrer Rotation benetzen sie sich ganz mit Flüssigkeit und bieten so dem darüber hinziehenden Luftstrom eine große sich stets erneuernde Verdunstungsfläche dar.

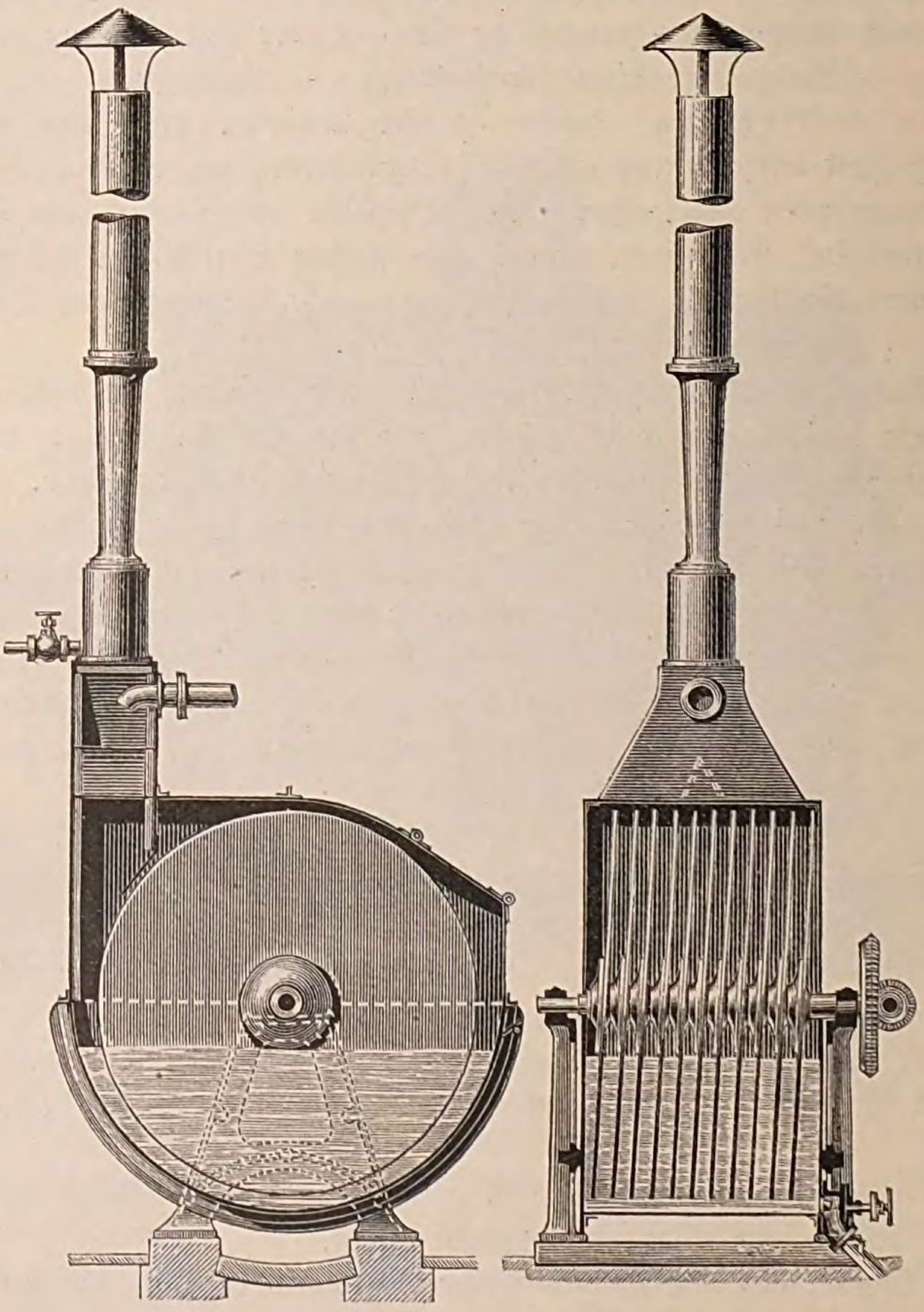


Fig. 174. Gontardscher Kühlapparat.

Nach Stenglein gelang es mit diesem Apparat, die Maische etwa 3° unter Lufttemperatur abzukühlen, wobei gleichzeitig durch die lebhafte Verdunstung eine Steigerung der Konzentration um 1,5° Saccharometer erreicht wurde.

In der neueren Anordnung, welche für größere Verhältnisse angepaßt ist, sind zwei Scheibensysteme kombiniert.

Ein derartiger Kühler soll nach Gontard etwa 8000 Liter Maische in der Stunde auf die Anstelltemperatur bringen können, falls dieselbe nicht viel tiefer als die Lufttemperatur liegt.

Die Wasserkühlung. Die Veranlassung zur Verbesserung der Kühlvorrichtungen gab das Maischraumsteuergesetz. Nachdem man durch dasselbe zur Dickmaischung genötigt war, konnte man nicht mehr, wie vordem, durch den Zusatz von kaltem Wasser, die Kühlung zu Ende führen. Wohl aber bedient man sich nun mit Vorteil des Wassers zur Abkühlung der Maische indirekt durch die Vermittlung von Metallflächen, welche das Wasser von der Maische trennen.

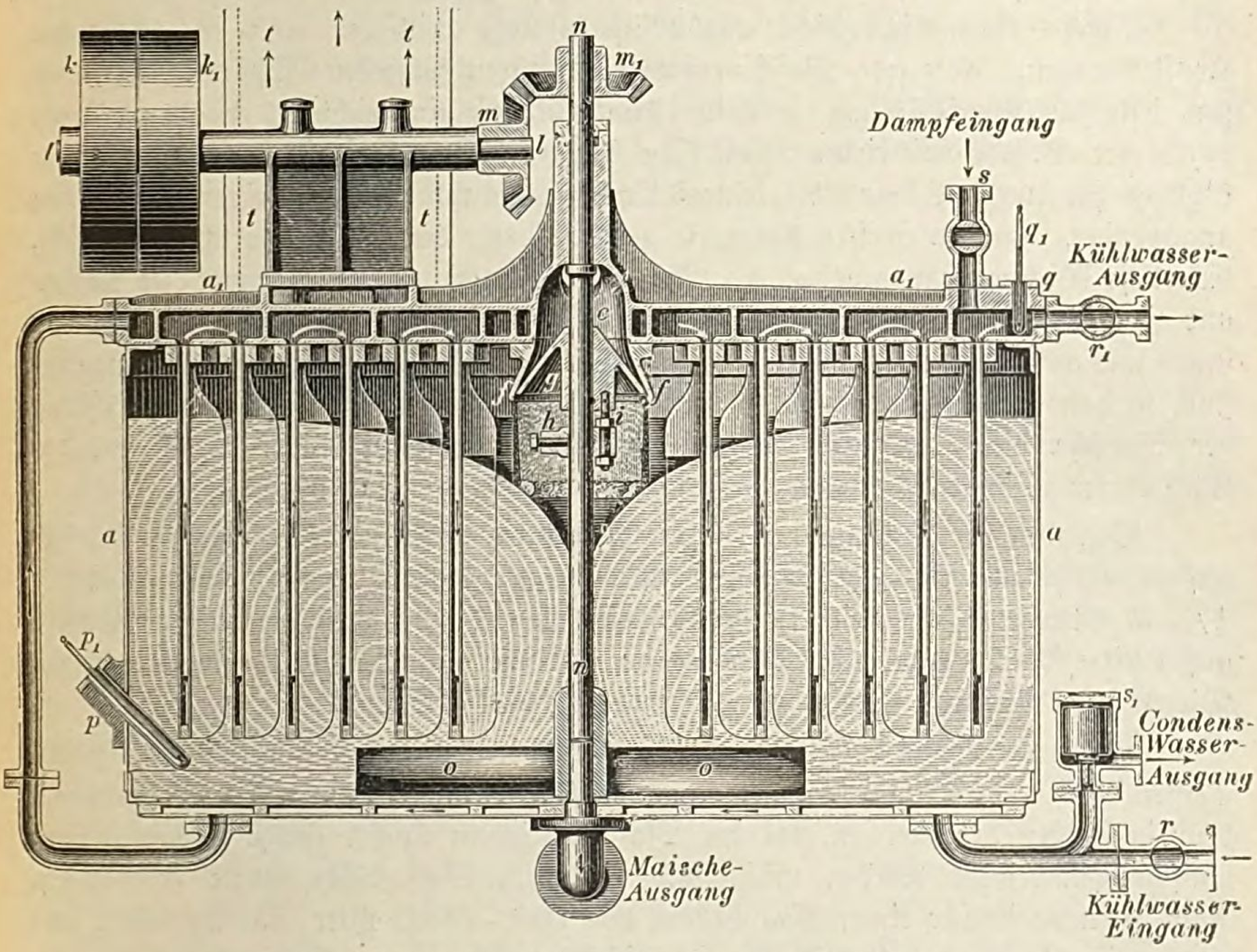


Fig. 175. Hampelscher Maischapparat mit Wasserkühlung.

Von den Apparaten, welche mit Zuhilfenahme des Wassers zur Kühlung der Maische dienen, kann man zwei Gruppen unterscheiden:

1. Vormaischbottiche mit Wasserkühlung.
2. Besondere Kühlapparate.

Die Wasserkühlung wurde zuerst von Joh. Hampel-Dresden in seinem Maischapparat (Fig. 175) ausgebildet, und zwar bediente sich Hampel zuerst der sogenannten Kühltaschen.

Die Kühlflügel des Gehäuses a sind aus Gußeisen und Kupfer. Die innere Platte des kanalisierten Gehäusebodens ist ebenfalls aus Kupfer. Jeder Flügel des Gehäuses a hat eine Scheidewand und ist mit derselben so verbunden, daß das Wasser jeden Flügel der Reihe nach auf und ab durchläuft. Durch den Hahn r tritt kaltes Wasser in das kanalisierte Gehäuse a, und aus dem Hahn r_1 kann das erwärmte in beliebiger Menge entlassen werden. Die Temperatur des abgehenden

Wassers zeigt das Thermometer $q_{,,}$, die der Maische das Thermometer $p_{,}$. Die Thermometer stecken in den Hülsen p und q.

Mit dem Apparat ist eine Maischmühle in Verbindung, welche aus dem halbkugelförmigen Gehäuse c, dem konischen Läufer g, und dem feststehenden Konus f besteht. Der konische Läufer g ist an der Welle n verschiebbar, aber nicht drehbar, so daß er von derselben zugleich mit dem Flügelrade o mitbewegt wird. Durch diese Maischmühle wird die Masse aus dem Henzedämpfer ausgeblasen.

Solche Vormaischbottiche mit Wasserkühlung existieren nun in zahlreichen Konstruktionen. Fast jede Maschinenfabrik hat ihren speziellen Apparat. Dieselben sind teils für Außenkühlung, teils für Innenkühlung eingerichtet. Zu den ersteren gehört der S. 292 beschriebene Rettersche Apparat. Das Prinzip der Außenflächenkühlung hat zuerst Pampe bei seinem Vormaischbottich in Form einer Berieselung angewendet. Zu der zweiten Kategorie gehören dann der Ellenbergersche, Paucksche, Eckertsche Dickmaischapparat u. A. Bei dem Ellenbergerschen Apparat ist Außen- und Innenkühlung angewendet. Die Innenkühlung besteht aus einem System von innen und außen polierten Kupferrohren, in welchen schmiedeeiserne Röhren eingefügt sind, so daß immer eine dünne, zylindrische Schicht des Kühlwassers zur Abkühlung der Maische dient, wodurch dasselbe möglichst ausgenützt wird. Das aus den Kühlröhren austretende Wasser dient schließlich noch zur Außenkühlung.

Bezüglich der Leistung der Vormaischbottiche mit Wasserkühlung in Hinsicht auf die Kühldauer und den Wasserverbrauch gilt nach Märcker eine Kühldauer 1½—2 Stunden, sowie ein Wasserverbrauch von 2—2½ Liter 8gradigen Wassers auf 1 Liter Maischraum zur Abkühlung der Maische auf 12—14° R. für angemessen. Die besseren Apparate leisten die Kühlung in 1—1½ Stunde.

Bei dieser Leistung dürften die Vormaischbottiche mit Wasserkühlung in den meisten Fällen den Anforderungen an das Kühlen im Brennereibetriebe genügen. Nur in großen Brennereien, wo der Maischbottich in rascher Folge zu neuen Einmaischungen benützt werden muß, sind besondere Wasserkühlapparate erforderlich. Nach Pampe ist für einen Maischraum von 5000—9000 Liter die Bottichkühlung noch rationell, sofern kaltes Wasser in reichlicher Menge zur Verfügung steht.

Die besonderen Wasserkühlapparate sind durchweg nach dem Prinzipe der Gegenstromkühlung gebaut. Dasselbe beruht darauf, daß Kühlwasser und abzukühlende Flüssigkeit durch eine die Wärmeabgabe, bezw. Aufnahme vermittelnde Wandung getrennt, in entgegengesetzter Richtung an einander vorübergeführt werden, so daß also die heiße Maische mit bereits erwärmten, die am meisten abgekühlte mit frischem Kühlwasser zusammentrifft. Auf diese Weise findet die vollkommenste Ausnützung des Kühlwassers statt. Könnte man alle störenden Einflüsse, wie Wärmeaufnahme des Kühlapparates aus der Umgebung bei hoher Außentemperatur, den mehr oder weniger ungleichmäßigen Gang der Maische u. dgl. ausschließen, so wäre man im Stande, ein bestimmtes Quantum Maische mit der gleichen Menge Wasser herunterzukühlen. In Wirklichkeit ist dieses nun natürlich nicht möglich, sondern die Verhältnisse gestalten sich, je nach der Leistungsfähigkeit des Apparates und den sonstigen Bedingungen dieser idealen Anforderung gegenüber, mehr oder weniger ungünstig.

Unter der Annahme, daß die Maische die gleiche Wärmekapazität wie das

Wasser besitzt, was ja wohl nicht richtig, jedoch auch nicht allzu unrichtig sein wird, kann man den Kühlwasserverbrauch in einem Gegenstromkühler leicht annähernd berechnen.

Die Temperatur der Maische sei beim Eintritt in den Kühler 60° C (T), beim Austritt 15° C (T'), so hat jedes Kilogramm Maische 60—15 = 45 Wärmeeinheiten an das Kühlwasser abgegeben.

Die Temperatur des Kühlwassers sei beim Eintritt in den Kühler 10° C (t), beim Austritt 30° C (t'), so hat jedes Kilogramm Kühlwasser von der Maische 30—10 = 20 Wärmeeinheiten aufgenommen.

Nachdem nun jedes Kilogramm Kühlwasser nur 20 Wärmeeinheiten aufgenommen, jedes Kilogramm Maische aber 45 Wärmeeinheiten abgegeben, so waren zur Abkühlung von 1 kg Maische 2,25 kg Wasser erforderlich, nach der Proportion:

$$20 : 1 = 45 : x \text{ oder } (t - t^1) : 1 = (T - T^1) : x$$

allgemein:
$$x = \frac{T - T^1}{t - t^1}$$

Statt der Kilo kann man ohne zu großen Fehler Liter setzen.

Der erste Gegenstromkühler für Brennereizwecke wurde von Nägeli gebaut.

Neuere, zweckmäßige Konstruktionen rühren von Venuleth und Ellenberger und von Pauckſch her.

Der Kühler von Venuleth und Ellenberger (Fig. 175) besteht aus einem eisernen Kasten, welcher durch Scheidewände in mehrere Kammern abgeteilt ist. Die Kammern stehen abwechselnd immer an einem Ende mit einander in Verbindung, so daß das Kühlwasser, welches bei b an der tiefsten Stelle des Apparates eintritt, zuerst die unterste Kammer der ganzen Länge nach durchströmen muß, ehe es in die zweite Kammer gelangt, welche es wieder der ganzen Länge nach in entgegengesetzter Richtung durchfließt, und so fort, bis es bei d aus der letzten Kammer austritt. In jeder Kammer liegen drei, auf einen Druck von 5 Atmosphären geprüfte Kühlröhren aus Kupfer von elliptischem Querschnitt, welche drei getrennt arbeitende Kühlrohrsysteme bilden. Je zwei über einander liegende Rohre sind durch Kappen, welche über den Wasserkasten hervorragen, in geeigneter Weise mit einander verbunden. Die Verbindungskappen können leicht abgeschraubt werden und so ist jedes Rohr bequem nachzusehen.

Die Zuführung der Maische geschieht durch eine Pumpe mit verstellbarem Hub i durch das Rohr a in eine Vorkammer, von welcher aus durch die Hähne h die Maische in die drei Kühlsysteme gelangt. Durch diese Hähne kann, ohne Unterbrechung des Betriebes, ein System abgesperrt werden, falls irgend eine Beschädigung desselben wahrgenommen wird. Bei g befindet sich ein Windkessel mit Manometer zur Beobachtung des im Kühler vorhandenen Druckes.

Das Rohr e dient zur Zuführung von Wasser behufs Ausspülung der Rohre f zum Ablassen der Maische aus dem Windkessel. Die gekühlte Maische aller drei Systeme sammelt sich in dem Rohre c.

Bei einer Kühlwassertemperatur von 9° R beträgt der Wasserbedarf etwa 1,3 Liter pro Liter Maischraum, wobei eine Anstelltemperatur von 12—13° R erreicht wird.

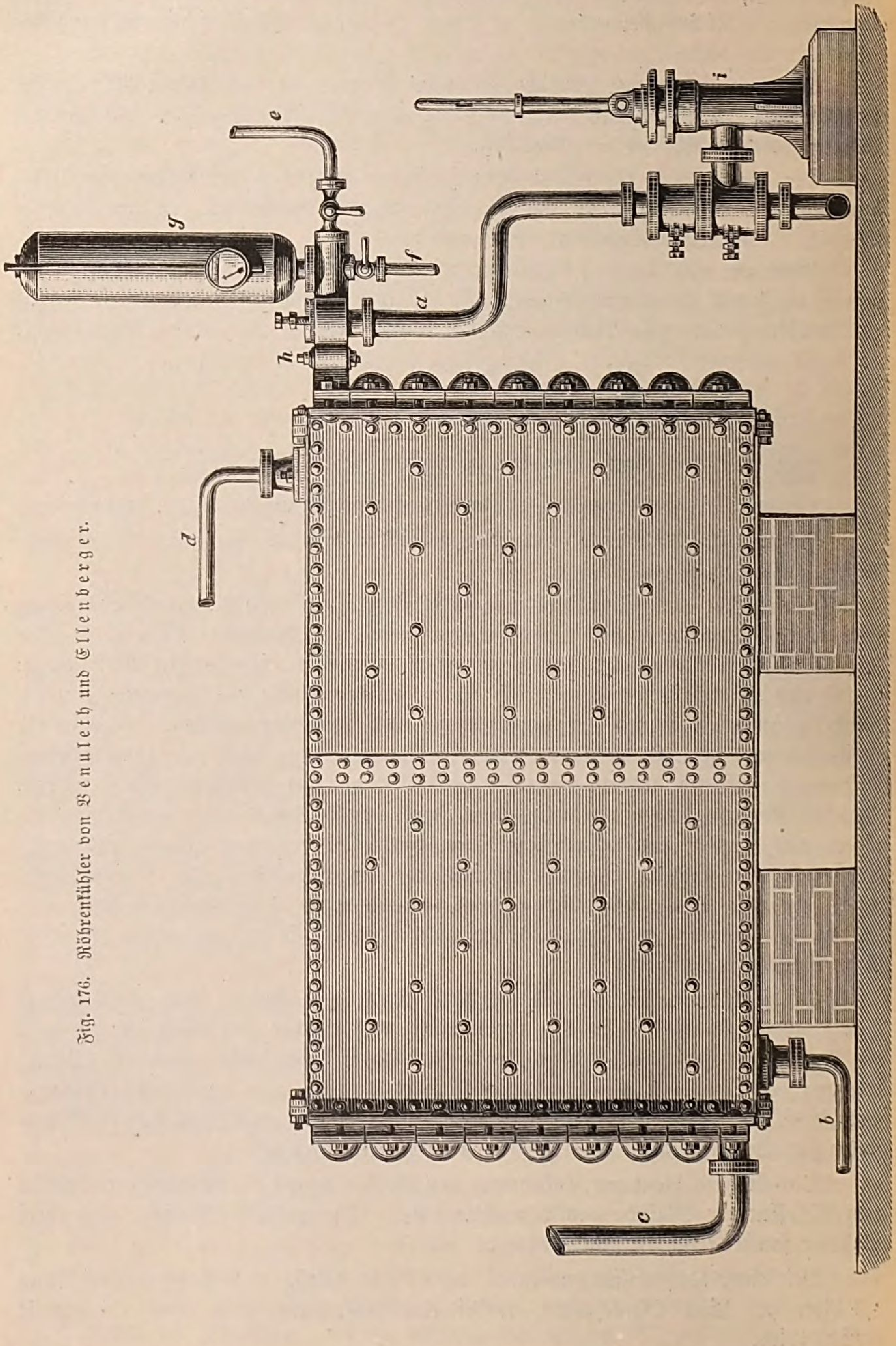


Fig. 176. Röhrenkühler von Venuleth und Ellenberger.

Der Paucksche Röhrenkühler (Fig. 177) besteht aus mehreren über einander angeordneten Abteilungen, deren Zahl von der Größe des Betriebes und von der Temperatur des Kühlwassers abhängig ist. Jede Abteilung stellt ein Kühlsystem dar und besteht aus einem gußeisernen, das Gehäuse bildenden Rohr, in welchem fünfzehn Messingröhren für die Maische untergebracht sind. Die gußeisernen Rohre sind der Länge nach durch zwei eingegossene Scheidewände in drei Kammern geteilt, deren jede fünf Messingröhren enthält. Auf diese Weise müssen Maische und Kühlwasser in einer Abteilung zweimal nach der gleichen, und einmal in der entgegengesetzten Richtung fließen, ehe sie in ein neues Kühlsystem gelangen. Die Enden der gußeisernen Röhren ragen beiderseits über die Rohrböden hinaus und bilden so ebenfalls mit Scheidewänden versehene Vorkammern, die mit bequem zu handhabenden Verschlußdeckeln versehen sind.

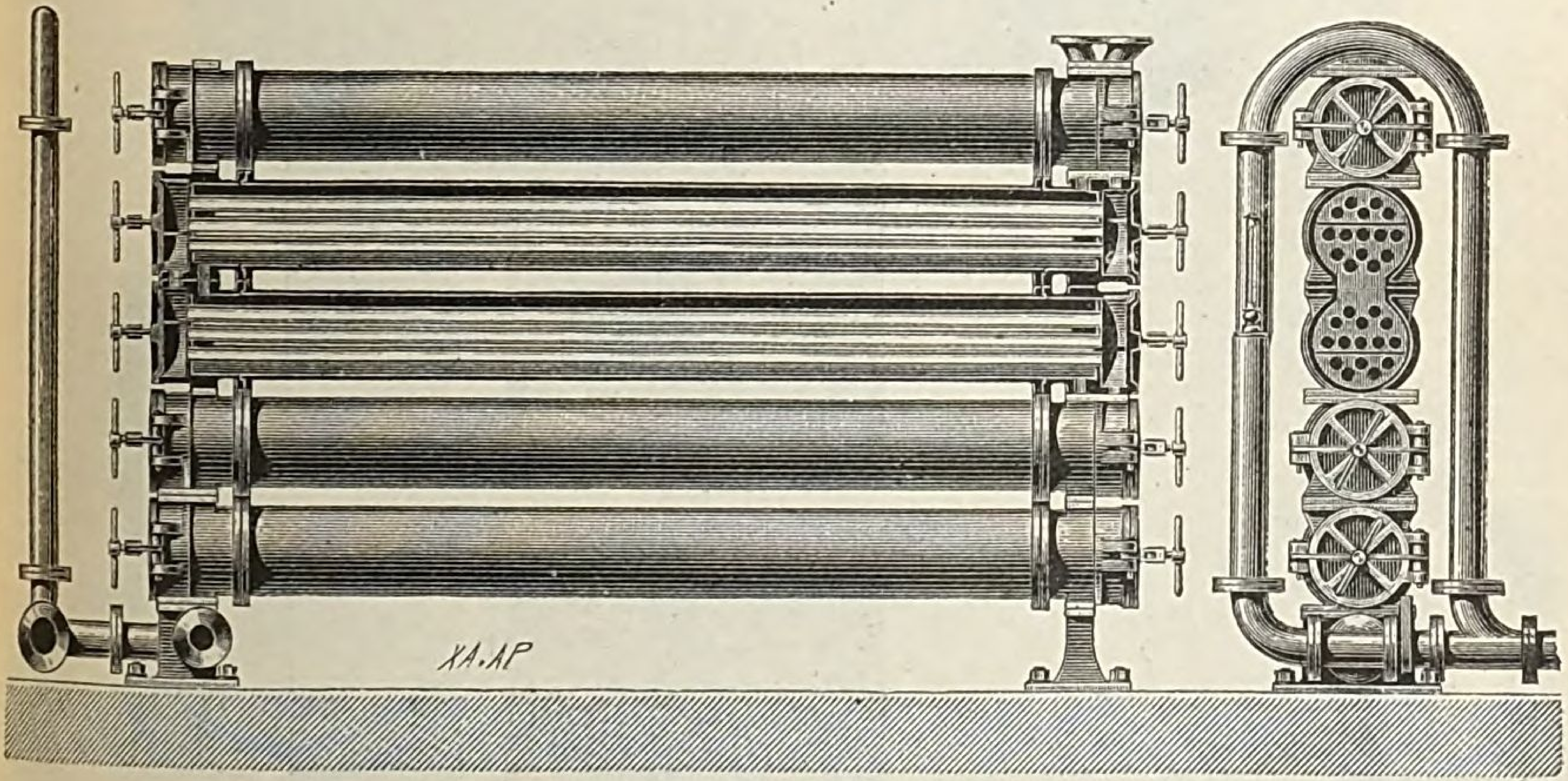


Fig. 177. Paucksc̈her Röhrenkühler.

Maische und Kühlwasser strömen sich entgegen. Die gekühlte Maische tritt in ein Steigrohr bis über den höchsten Punkt des Kühlapparates in die Höhe und bewirkt dadurch eine vollkommene Füllung der Kühlrohre mit Maische, während die in denselben befindliche Luft durch Hähne entweichen kann.

Die Reinigung der Kühlröhren und der Vorkammern ist leicht zu bewerkstelligen und durch Oeffnung der Verschlußdeckel zu kontrollieren.

Bei passender Anlage, wenn nicht etwa zu wenig Kühlsysteme vorhanden sind, stellt sich der Kühlwasserverbrauch ungefähr ebenso, wie beim Venuleth-Ellenbergerschen Apparat.

Als ein sehr leistungsfähiger Kühlapparat wird ferner der Spiralmaischkühler von Otto Hentschel in Grimma (Fig. 178) geschildert. In einem Troge befindet sich auf einer hohlen Welle d eine hohle Kupferspirale, in welche von M her das Wasser eintritt, um bei k abzufließen. Die Maische strömt in entgegengesetzter Richtung von a aus nach f.

Der Kühltrog, welcher außerdem eine doppelte Wandung besitzt mit einer Wasserzuführung bei l, kann mit einem mehrteiligen Deckel verschlossen werden.

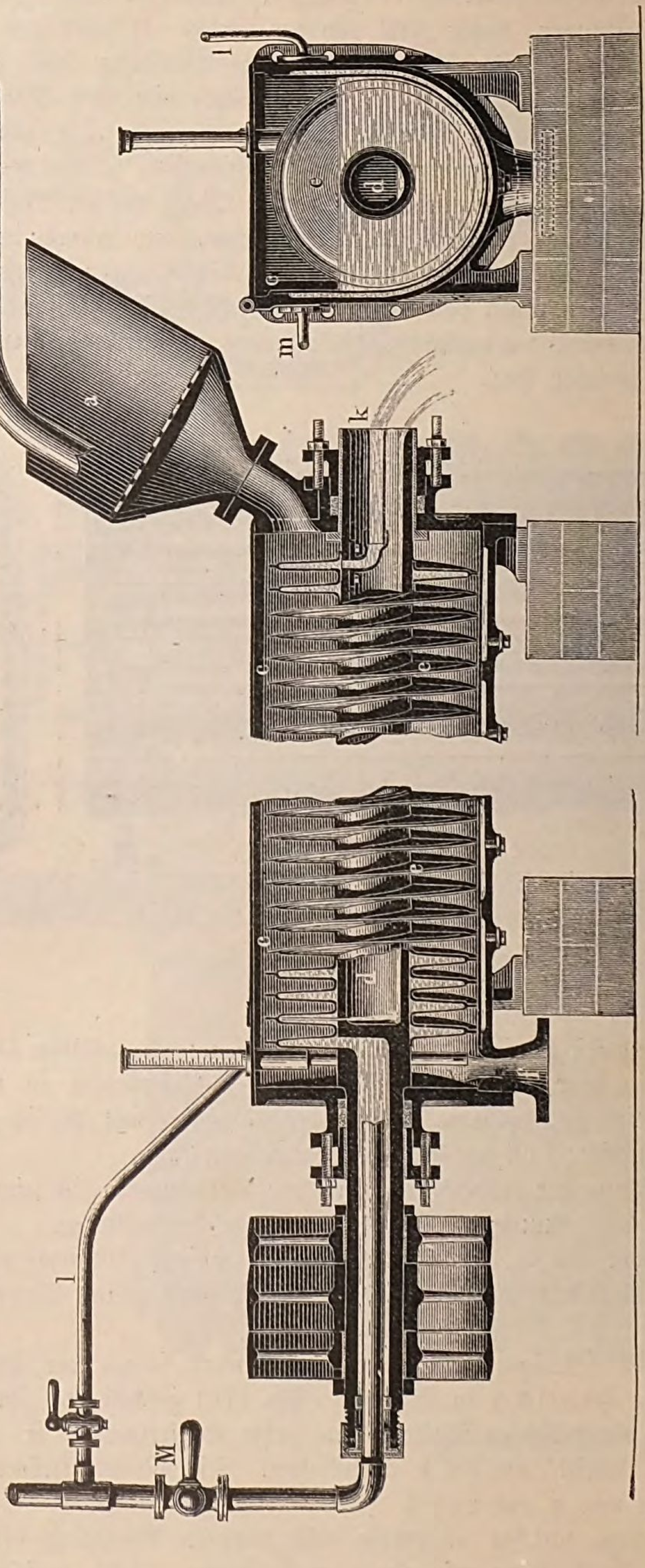


Fig. 178. Spiralmaischkühler von O. Hentschel.

Wenn man den Deckel offen läßt, wirkt ähnlich wie beim Gontardschen Apparat die Verdunstung mit zur Abkühlung.

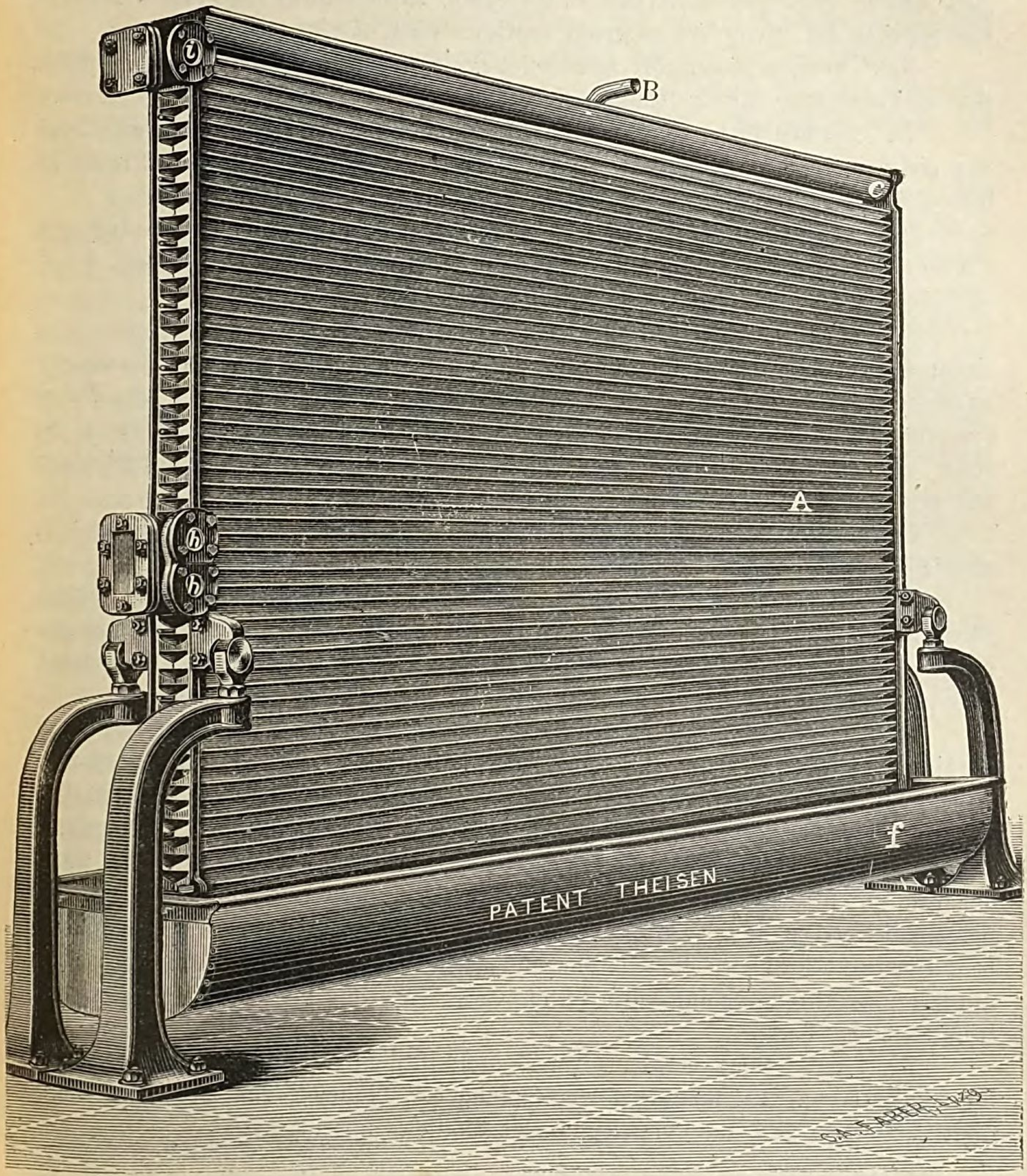


Fig. 179. Berieselungskühler von Theisen.

Ueber den Kühlwasserverbrauch macht O. Hentschel unter anderem folgende Angabe: Ein Liter Kartoffelmaische von 58,75° C wurde in 40—45 Minuten mit 0,57—1,09 l Wasser von 10° C auf 18,75 bezw. 12,5° C heruntergekühlt.

Der Hentschelsche Apparat gestattet überdies den Zusatz der Hefe im Kühler vorzunehmen. Zu dem Behufe bedient sich Hentschel eines in der Längsrichtung des Troges verschiebbaren Trichters, in welchen man die Hefe einfüllt.

Die kombinierte Wasser- und Luftkühlung kommt in Anwendung bei den sogenannten Berieselungskühlern, welche in der Bierbrauerei schon seit geraumer Zeit und in verschiedenen Formen in Gebrauch, durch Eduard Theisen in Leipzig den Zwecken der Brennerei angepaßt wurden. (Fig. 178.)

Zwei horizontal gewellte Kupferplatten, welche die Kühlflächen A darstellen, sind aufrechtstehend mit Seitenwänden aus Rotguß und Schmiedeeisen verbunden.

Die Maische fließt aus dem Rohr B zunächst in die Verteilungsrinne C und aus dieser in dünner Schicht über die Kühlflächen A in das Sammelbecken f. Bei h h tritt das Kühlwasser in den Apparat ein und bei i wieder aus.

Wittelshöfer stellte mit diesem Apparat einen Kühlwasserverbrauch von 0,9—1,06 l pro Liter Maische fest bei einer Lufttemperatur von 4° (bezw. 6° R) und einer Wassertemperatur von 7½° (bezw. 8° R).

Zu erwähnen wäre hier noch eine Vorrichtung, welche Stenglein an je einem Bohmschen Wannenbottich und einem solchen von Camin und Neumann angebracht, wodurch zur Kühlung die Luft mit verwendet wird. Zu dem Behufe wurden an der unteren Wölbung der Wanne sieben Lufteinströmungen, drei auf der einen, vier auf der anderen Seite angelegt und diese durch einen Gummischlauch mit dem Luftzuleitungsrohr einer Luftpumpe verbunden.

Durch diese Luftzuführung soll die Maischdauer, sowie die Abkühlung der Maische auf die Anstelltemperatur wesentlich abgekürzt werden können.

Das Eis dürfte in der Brennerei nur unter besonderen Umständen zur Kühlung Verwendung finden, z. B. bei Mangel an Kühlwasser, bei zu hoher Temperatur desselben, und wenn während der heißen Jahreszeit gebrannt werden soll. Daß das Eis zur Kühlung vorzüglich sich eignet, ist bekannt. (Vergl. Bierbrauerei.)

Das Eis kann in der Brennerei in der Weise verwendet werden, daß man es direkt zur Maische setzt, sei es auf dem Kühlschiff oder im Gärbottich, oder man bedient sich der in der Bierbrauerei üblichen Eisschwimmer, welche man mit Eis gefüllt in die Maische einsenkt, oder man gebraucht das Eis, um die Temperatur des vorhandenen Kühlwassers zu erniedrigen. Zu diesem Zwecke sind die Kühlapparate mit speziellen Vorrichtungen versehen, in welchen das Kühlwasser mit Eis vorgekühlt werden kann. Bei dem Venuleth-Ellenbergerschen Röhrenkühler beispielsweise besteht diese Vorrichtung aus einem hohen Gefäß mit Blech, welches mit Eis angefüllt wird, und durch welches das Rohr für die Wasserzuführung des Kühlers hindurchgeht.

Der direkte Zusatz des Eises zur Maische ist nicht zu empfehlen, einmal wegen der damit verbundenen unnötigen Verdünnung der Maische, dann wegen der Möglichkeit, mit dem Eise Unreinigkeiten in die Maische zu bringen.

Die Verarbeitung von Mais, Roggen ꝛc.

Die Verarbeitung des Maises geschah ursprünglich in der Weise, daß man das sehr fein geschrotete Material mit oder ohne Zusatz einer geringen Malzmenge im Maischbottich mit lauwarmem Wasser einteigte, die Masse unter beständigem Gange des Rührwerks auf 75° R mit Dampf erhitzte zur Aufquellung der Stärke,

dann wieder abkühlte auf 56° R und nun nach Zusatz der erforderlichen Malzmenge 2—3 Stunden der Verzuckerung überließ.

Die Ausbeute bei diesem Verfahren war eine mangelhafte und betrug nicht mehr als 45 Ltr.-pCt. vom Kilogramm Stärke. Eine bessere Ausbeute erzielte man durch Einquellen des Maises in schwefliger Säure vor der Zerkleinerung.

Das Hochdruckverfahren hat nun auch bei der Verarbeitung von Mais die alten Methoden gänzlich verdrängt, da man mit demselben Ausbeuten erzielt, wie sie früher bei sorgfältigster Arbeit nicht möglich waren.

Am besten dämpft man den Mais im ganzen Korne, in ungeschrotetem Zustand. Da nun der Mais durchschnittlich nur 15 pCt. Wasser enthält, also zu wenig, um eine Verkleisterung und Aufschließung des Stärkemehls zu ermöglichen, so muß beim Dämpfen Wasser zugesetzt werden. Bei Bemessung der zu verwendenden Wassermenge ist zu berücksichtigen, daß anfangs eine nicht unbeträchtliche Menge von Kondensationswasser sich ergiebt. Die Wassermenge soll nach Märcker nicht unter 130 l und nicht mehr als 200 l pro 100 kg Mais betragen. Da der Mais im Wasser untersinkt, und daher die Menge des zugesetzten Wassers nicht völlig zur Geltung käme, so ist dafür Sorge zu tragen, daß der Mais im Wasser sich nicht absetzt. Man erreicht dieses mit Hilfe eines Rührwerks im Henzedämpfer oder durch Dämpfen bei blasendem Ventil, so daß der Inhalt stets in kochender Bewegung bleibt. Im allgemeinen wird man auch einen höheren Druck anwenden müssen, als beim Dämpfen von Kartoffeln; denn einerseits ist die Maisstärke an und für sich schwerer aufschließbar als die Kartoffelstärke, andererseits ist dieselbe teilweise mit protoplasmatischer Substanz verkittet und setzt das Maiskorn überhaupt der Auflockerung einen größeren Widerstand entgegen. Man dämpft daher meist bei einem Drucke von 3—4 Atmosphären und bläst unter dem gleichen Drucke aus. Die Paucksche Form des Henzedämpfers hat sich als besonders zweckmäßig für die Verarbeitung von Mais herausgestellt. Bei richtig ausgeführtem Dämpfen und Ausblasen hat die Nachzerkleinerung keine große Bedeutung mehr; dagegen ist sie wohl geeignet, kleine Fehler, welche im Dämpfen gemacht wurden, wieder auszugleichen.

Für die Maisverarbeitung giebt Märcker in seinem bekannten Handbuche der Spiritusfabrikation folgende praktische Regeln:

1. Man beschicke den Henzedämpfer mit der für die Aufquellung des Stärkemehls zweckmäßigen Wassermenge; dieselbe darf nicht unter 130 l pro kg Mais, aber auch nicht über 200 l betragen.

2. Man schütte den Mais in das in dem Henzedämpfer befindliche Wasser und bringe dasselbe durch Einleiten von Dampf zum Sieden; es ist hierbei für die Verarbeitung von Mais nicht nötig, daß das Wasser von Anfang an siede.

3. Man koche bei offenem Mannloch des Henzeschen Dämpfers unter lebhafter Bewegung des Inhalts eine Stunde lang ohne Druck.

4. Alsdann schließe man das Mannloch und dämpfe eine Stunde lang unter ansteigendem Druck bei blasendem Sicherheitsventil oder Lufthahn, um durch das Entweichen von Dampf eine stete Bewegung in der Masse hervorzurufen.

5. Man schließe das Sicherheitsventil und dämpfe ¼ Stunde lang bei wenigstens drei Atmosphären Druck.

6. Alsdann blase man unter diesem höchsten Druck durch ein scharfkantiges Ausblaseventil oder ein zweckmäßig eingerichtetes Ausblaserohr aus.

Bei den hohen Kartoffelpreisen in den letzten Jahren hat es sich vielfach als vorteilhaft erwiesen, neben den Kartoffeln gleichzeitig Mais zu verarbeiten. Dieses Verfahren bietet zudem den Vorteil, einmal, daß durch die Mitverarbeitung von Mais die Konzentration der Maische leicht gesteigert werden kann, ferner daß eine wertvollere Schlempe als Futtermittel gewonnen wird, und endlich, daß die Gefahr der Schlempemauke, welche bei Fütterung mit reiner Kartoffelschlempe besteht, ungemein verringert wird.

Am zweckmäßigsten dämpft man Kartoffeln und Mais getrennt, wozu unter Umständen zwei Dämpfer nötig sind, einer für Kartoffeln und einer für Mais. Wenn nur einmal im Tage gemaischt wird, genügt wohl auch ein Dämpfer, in welchem Kartoffeln und Mais nach einander gedämpft werden. Man dämpft in diesem Falle zuerst die Kartoffeln und maischt zunächst nur mit einem Teil des Malzes, den Rest desselben giebt man vor dem Ausblasen des Maisdämpfers zu und maischt dann Kartoffeln und Mais gemeinschaftlich zu Ende.

Die gemeinschaftliche Verarbeitung von Mais und Kartoffeln in demselben Henzedämpfer gelingt nach Delbrücks Vorschrift folgendermaßen:

1. Mais mit stärkereichen Kartoffeln: In den Konus des Henze werden 1½ Zentner Kartoffeln gegeben, darauf 4 Zentner ungeschrotener Mais. Des weiteren werden hinzugefügt pro Zentner Mais 30—40 l Wasser. Nun wird Dampf gegeben und der Rest der Kartoffel allmählich auf den Mais gebracht. Es wird also der Mais bereits gedämpft, während die Hauptmasse der Kartoffeln in den Henze gebracht wird. Das Mannloch wird nunmehr geschlossen, der Lufthahn geöffnet und erst geschlossen, nachdem alle Luft aus dem Henze entfernt ist. Der Druck wird schnell gesteigert und auf 3½—4 Atmosphären gebracht. Bei leicht zu dämpfendem Mais kann man nach einer Stunde, bei härterem nach 1½ Stunden Druck zum Ausblasen schreiten.

2. Mais mit stärkearmen Kartoffeln: Hierzu wird der Mais 24 Stunden vor dem Einmaischen mit kochendem Wasser eingequellt, wobei man dafür sorgt, daß während dieser Zeit die Temperatur nicht unter 50° R heruntergeht. Der so vorbereitete Mais wird nun mit den Kartoffeln in den Henze gegeben und zwar so, daß zunächst 4—5 Zentner Kartoffeln, sodann mit den nachfolgenden Kartoffeln der Mais gemeinsam und allmählich gegeben wird. Nun wird gedämpft wie üblich.

Das Ausblasen hat unter starkem Drucke bis zu sechs Atmosphären zu geschehen. Da die Maischen schnell angären, so ist eine niedrige Anstelltemperatur oder die Bottichkühlung anzuwenden.

Dari (Sorghohirse, Guineakorn). Unter Umständen, wenn billig zu erlangen, kann Dari mit Vorteil in der Brennerei verarbeitet werden. An Stärkegehalt dem Mais nicht nachstehend, übertrifft er denselben durch die Qualität des damit erzeugten Rohspiritus, welcher sich leicht raffinieren läßt. Die Darischlempe ist der von Mais erhaltenen ebenfalls nahezu gleichwertig.

Die Verarbeitung von Dari geschieht ebenso wie die von Mais.

Roggen. In den Spiritusbrennereien kommt Roggen wenig zur Verwendung, da die Spiritusgewinnung aus Getreide zur Zeit überhaupt nicht rentabel erscheint. Dagegen erscheint der Roggen als hauptsächlichstes Rohmaterial der Preß-

hefefabriken, welche den Kornspiritus als Nebenprodukt erzeugen. Soll jedoch unter besonderen Umständen Roggen in der Brennerei verarbeitet werden, so kann dieses nunmehr auch nach dem Hochdruckverfahren geschehen und zwar unter Beobachtung der gleichen Bedingungen, wie sie für den Mais erforderlich. Auch bei Verarbeitung des Roggens handelt es sich darum, die Körner erst garzukochen, dann unter hohem Druck zu dämpfen und mit gesteigertem Drucke auszublasen.

Ist der Roggen ausgewachsen und feucht, so leistet nach Delbrück ein Aufquellen desselben mit verdünnter Schwefelsäure gute Dienste. Nach Delbrück verfährt man zu dem Behufe in der Weise, daß man einen Zentner Roggen in 80 Liter Wasser von 40° R unter Zusatz von 1/6 Liter Schwefelsäure 12 Stunden in einem Holzgefäß mit Ablaufvorrichtung quellen läßt. Die Schwefelsäure hat lediglich den Zweck, das Auftreten einer sauren Gärung zu verhindern. Nach Entfernung des schwefelsauren Wassers bringt man den Roggen in den Henzedämpfer, fügt die erforderliche Wassermenge zu, dämpft eine Stunde bei blasendem Ventil, dann eine Stunde bei geschlossenem Ventil mit gesteigertem Druck, worauf man ausbläst.

Besonders feuchter Roggen quillt nach Beobachtungen von Stenglein schwierig auf. Um bei solchem Material das Vorquellen mit Erfolg durchführen zu können, empfiehlt Stenglein, den Roggen zuerst zu trocknen.

Da der Roggen sehr zähe Maischen liefert, so kann die Konzentration derselben nicht sehr hoch genommen werden. Nach Märcker beträgt die Ausbeute bei ausgezeichnetem Betriebe pro Pfund Getreide 17 Ltr.-pCt., so daß bei einer Maischung von 52 Pfund (46 Pfund Roggen und 6 Pfund Malz) nicht mehr als 8,8 Ltr.-pCt. vom Maischraume zu erwarten sind. Man wird daher zu einer entsprechenden Ausnützung des Raumes besser Roggen mit Kartoffeln zusammen maischen.

Gut vorgequollener Roggen kann sogar sehr gut mit Kartoffeln gemeinsam gedämpft werden. Delbrück giebt auch hierzu eine Vorschrift, dahin gehend, daß man zuerst zwei bis drei Zentner Kartoffeln in den Konus des Henzedämpfers giebt, hierauf den Roggen und zuletzt den Rest der Kartoffeln. Man dämpft dann zunächst bei 3 Atmosphären, zuletzt bei 4½ Atmosphären etwa 1½ Stunde.

Zuweilen können auch als Brauware unverkäufliche Gerste oder zum Backen ungeeigneter Weizen als billiges Material für Brennereizwecke erscheinen. Die Verarbeitung desselben geschieht nach den für Mais und Roggen gegebenen Normen.

Entsprechend dem höheren Stärkegehalt sind beim Maischen von Mais, Dari und Roggen etwa dreimal größere Malzmengen zu verwenden als für Kartoffeln, nämlich durchschnittlich 15 kg pro 100 kg jener Materialien.

Reis. In Italien wird viel Reis und sogenannte Rizina, das sind Abfälle von der Kochreisbereitung, verarbeitet und zwar vorwiegend durch Verzuckerung der Stärke mittels Schwefelsäure. Nach Walther Schmid läßt sich jedoch geschälter Reis auch nach dem Hochdruckverfahren nach den für Mais und Roggen angegebenen Regeln leicht verarbeiten.

Das Zumaischen stärkereicher Materialien bei Verarbeitung stärkearmer Kartoffeln. Wenn stärkearme Kartoffeln verarbeitet werden sollen, kann es zweckmäßig erscheinen, zur bessern Ausnützung des Raumes der Kartoffelmaische einen gewissen Zusatz von stärkereicherem Material zu geben, dessen ausschließliche Verarbeitung allerdings zu teuer wäre. Als solches kommen in Betracht: geringe Stärkesorten und Stärke-Abfälle, gemahlenes Getreide u. a. Der Zusatz dieser

Materialien geschieht am besten im Maischbottich, wobei zu beachten ist, daß die Maischtemperatur von 56° R zu erreichen ist, da die unaufgeschlossene Kartoffelstärke wie die Getreidestärken erst bei jener Temperatur von der Diastase völlig umgewandelt werden. Man kann aber auch zweckmäßiger — vorausgesetzt, daß das Rührwerk zugreift — so verfahren, daß man das Zumaischmaterial mit wenig Wasser und einem Teil des Malzes im Vormaischbottich mit Dampf auf 60° R bringt, so daß das Stärkemehl aufgeschlossen und verflüssigt wird. Darauf kühlt man auf 40° R ab, bläst aus und maischt unter Zusatz der Hauptmenge des Malzes wie gewöhnlich. Mit Erlaubnis der Steuerbehörde kann man das Zumaischmaterial in einem Hefegefäß mit wenig Malz für sich möglichst konzentriert maischen und darauf die Masse während der Maischung der Kartoffeln in den Vormaischbottich geben.

Um den Nährwert der Schlempe zu erhöhen, können auch stärkehaltige Kraftfuttermittel, wie Reisfuttermehl, Kleienarten u. dergl. mit Vorteil zugemaischt werden.

Die Entschalung der Maische.

Je nach Art des Materials nehmen die Trebern und Schalen einen mehr oder weniger großen Raum im Gärbottich in Anspruch; in höherem Grade ist dies beim Mais, in geringerem bei den Kartoffeln der Fall. Durch Entfernung dieses nicht gärungsfähigen Bestandteiles der Maische ist man im Stande, den zur Verfügung stehenden Raum mit gärungsfähigem Material besser anzufüllen und auszunutzen. Diese Erwägung führte zur Konstruktion der Entschalungsapparate, welche den größten Teil der Schalen und festen Bestandteile aus der Maische entfernen.

Der verbreitetste dieser Apparate ist zur Zeit der Müllersche Entschalungs-Apparat, welcher von der Eberhardtschen Maschinenfabrik in Bromberg ausgeführt wird. Derselbe besteht aus einer konischen Siebtrommel, in welcher eine Druckwelle hängt. Diese wird durch Drehung der Trommel an der Wand entlang in Rotation versetzt und preßt dadurch die Maische aus. Die an der Walze hängenden Maischreste werden durch einen federnden Abstreicher entfernt und so die Siebfläche rein erhalten. Aus der Siebtrommel werden die Maischrückstände durch Transport- und Auswurfschaufeln in den Preßzylinder befördert und von diesem mittels einer Transportschnecke durch eine belastete Klappe ausgeworfen. Die entschalte Maische sammelt sich in einem Troge.

Die Verarbeitung stärkehaltiger Materialien unter Anwendung von Schwefelsäure oder Salzsäure.

In südlichen Ländern, wo der hohen Temperatur wegen die Malzbereitung schwierig ist, bedient man sich zur Verzuckerung der Stärke der Schwefel- oder Salzsäure. Kocht man Stärke mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure, so wird dieselbe in Dextrin und Dextrose verwandelt. Da das Dextrin unvergärbar ist und bei Anwendung von Säure auch bei der Gährung natürlich eine Umwandlung in gährungsfähigen Zucker ausgeschlossen ist, so hat man bei der Behandlung der Stärke mit Säure auf die Erzeugung von möglichst viel Dextrose

hin zu arbeiten. Man wird zu diesem Zwecke auch hier, wo es sich nicht um reine Stärke handelt, sondern um stärkehaltige Rohmaterialien, die von Soxhlet ermittelten Bedingungen, nach welchen man das Material mit nicht zu konzentrierter Säure unter erhöhtem Drucke kochen muß, gehörig berücksichtigen müssen. (S. Dextrosefabrikation S. 134).

In Süditalien, wo hauptsächlich Mais verarbeitet wird, verfährt man nach Märcker folgendermaßen: Der fein zermahlene Mais wird mit verdünnter Schwefelsäure in einem kesselartigen, aus starkem Kupferblech gefertigten Gefäße, in dessen Innern sich ein kräftig wirkendes Rührwerk befindet, 6—8 Stunden bei 2—3 Atmosphären gedämpft.

Auf 100 kg Maisschrot verwendet man dabei 400 kg Wasser, und bei feiner Mahlung des Maises 7—8, bei gröberer 8—10 kg Schwefelsäure (gewöhnliche Kammersäure).

Nach Beendigung des Zuckerbildungsvorganges wird die Maische auf dem Kühlschiffe gekühlt und neutralisiert. Man neutralisiert mit Kalk und zwar so weit, daß noch ein geringer Ueberschuß von Säure bestehen bleibt. Vom Kühlschiffe wird die Maische in Gärbottiche, oft von beträchtlicher Größe (20,000—30,000 l fassend) übergeführt und hier mit in voller Gärung begriffener Maische vom vorigen Tage versetzt.

Die Ausbeute nach diesem primitiven Verfahren soll immerhin 46,5—51,0 Ltr.-pCt. Alkohol von 1 kg Stärke betragen.

Des hohen Salzgehaltes wegen ist die von Verfahren dieser Art herrührende Schlempe nicht als Futtermittel verwendbar.

Diesen Uebelstand sucht Billet in Frankreich dadurch zu umgehen, daß er mit geringen Mengen Salzsäure unter hohem Drucke arbeitet. Er verwendet pro 100 kg grobgeschrotenen Maises höchstens 5 kg Salzsäure und 150 l Wasser und erhitzt in einem Druckkessel 25 Minuten auf 4 Atmosphären. Dann wird mit Kalkmilch oder kohlensaurem Kalk neutralisiert bis auf eine Acidität von 7,5 mg Salzsäure pro Liter.

Die Treber werden durch Filterpressen, in welchen sie noch mit Wasser ausgelaugt werden, als Kuchen erhalten und stellen ein wertvolles Futtermittel dar.

Die Gärung der Maische.

Die auf die Gärtemperatur abgekühlte Maische wird mit Hefe versetzt (angestellt). Früher verwendete man ausschließlich Hefe aus obergärigen Brauereien. Gegenwärtig züchtet man die erforderliche Hefe in der Brennerei selbst und zwar unabhängig von der in der Maische sich entwickelnden, welche nicht gewonnen werden kann, gewissermaßen in einem Nebenbetriebe. Man bereitet, wie man sich ausdrückt, eine Kunsthefe.

Die Praxis der Gärung zerfällt demnach

1. in die Bereitung der Hefe,
2. in die Vergärung der Maische.

Die Bereitung der Hefe.

Zur Erzielung einer lebens- und gärkräftigen Hefe hat man eine passende Nährflüssigkeit herzustellen (Hefemaische, Hefegut) und dementsprechend das Material zu derselben zu wählen. Besonders geeignet erscheint in dieser Beziehung das Grünmalz. Dasselbe liefert nicht nur ein zucker- sondern auch stickstoff- und mineralstoffreiches, für die Ernährung der Hefe sehr günstiges Medium.

Außer dem Grünmalz finden gelegentlich auch Darrmalz, Getreideschrot, Schlempe u. dgl. Verwendung zur Hefebereitung und zwar sind hierfür meist besondere Vorschriften vorhanden. (Eine ausführliche Zusammenstellung solcher Vorschriften siehe Märckers Handbuch der Spiritusfabrikation, V. Aufl.)

In neuerer Zeit ist die Maischhefe mehr in Aufnahme gekommen, zu deren Herstellung süße Maische mit einem größeren oder kleineren Zusatz von Grünmalz ($^2/_3$—$^1/_3$) verwendet wird.

Bei der Hefebereitung sind folgende fünf Abschnitte zu unterscheiden:

1. Die Maischbereitung,
2. Die Säuerung der Maische,
3. Die Kühlung der Maische,
4. Die Aussaat und Entwickelung der Hefe,
5. Die Entnahme und Aufbewahrung der Mutterhefe.

1. Die Maischbereitung. Bei der Bereitung von Grünmalzhefe wird zum Zwecke des Maischens das sorgfältig zerkleinerte Grünmalz ($2^1/_2$—3 Pfd. pro Ctr. zu verarbeitender Kartoffeln) mit heißem Wasser gemischt und tüchtig durchgerührt, sei es durch Handarbeit mittels des Maischholzes oder mit Hilfe von Hefemaischapparaten. Es empfiehlt sich hierbei eine Endtemperatur von 52—54° R anzustreben, um vorhandene Spaltpilze um so eher unschädlich zu machen.

Es ist natürlich sehr wichtig, eine möglichst spaltpilzfreie Hefe zu gewinnen; denn abgesehen davon, daß durch die Spaltpilze Zucker der Alkoholgärung entzogen wird, indem sie denselben in anderer Weise zersetzen, sind die Produkte der Spaltpilzgärungen — so namentlich die Buttersäure — von störendem Einfluß auf die Gärwirkung der Hefe. Da bei der Verwendung von Grünmalz reichlich Diastase vorhanden ist, so kann die bezeichnete höhere Maischtemperatur ohne Bedenken für den Verzuckerungsprozeß eingehalten werden. Brauer empfiehlt sogar zur sicherern Vernichtung der Spaltpilze die Maische nach vollendeter Zuckerbildung 15 Minuten auf einer Temperatur von 60° R zu halten. In diesem Falle wird man natürlich die Maischtemperatur von 48° R nicht überschreiten und die Steigerung auf 60° R nach vollendeter Verzuckerung durch Zuführung von Dampf erreichen. Dieses Verfahren soll sich in der That bewähren, besonders wenn man genötigt ist, schlechtes Material — verschimmeltes Malz — zur Bereitung der Hefe zu verwenden.

Bezüglich der Konzentration der Hefemaische gilt die Regel, daß dieselbe ungefähr derjenigen der Hauptmaische entsprechen soll, so daß man es also mit Konzentrationen von 20—26° Ball. und darüber zu thun hat. Eine so hohe Konzentration der Hefemaische wäre nun allerdings nicht unbedingt nötig, da die Vermehrung der Hefe keineswegs dem Zuckergehalt der Maische proportional ist und auch in verdünnteren Maischen es nicht an stickstoffhaltiger und mineralischer Nähr-

substanz fehlen würde; allein dieselbe bietet den großen Vorteil, daß sich die Spaltspilze weniger leicht entwickeln, so daß die Säurerung keinen so hohen Grad zu erreichen braucht, wie in verdünnten Maischen. Dazu kommt, daß eine konzentrierte Maische weniger abkühlt und so die Säuerung, bei welcher es sich darum handelt, die Temperatur von 40° R möglichst konstant zu erhalten, leichter rein geführt werden kann.

Die Bereitung der Hefemaische geschieht bei Handbetrieb im Hefegefäß selbst.

Die Hefegefäße sind hölzerne Bottiche, deren Rauminhalt 1/12 von dem der Gärbottiche beträgt. Zum Durcharbeiten der Maische bedient man sich durchbrochener Maischhölzer. Von dem Bestreben geleitet, auch die Hefemaische möglichst konzentriert herzustellen, hat man Maischhölzer mit Dampfzuführung konstruiert. Neben der Durchmischung der Maische erreicht man mit denselben eine einfache und zweckmäßige Temperaturregulierung, so daß man beim Gebrauch derselben unabhängig ist von der Temperatur und Menge des Maischwassers.

Der Dampfmaischrührer hat die Form eines gewöhnlichen Maischholzes. Der durchbrochene Teil desselben besteht jedoch aus einem kupfernen mit feinen Oeffnungen versehenen hohlen Rahmen, zu welchem durch den hölzernen Stiel ein kupfernes, innen verzinntes Dampfrohr führt, welches an dem einen Ende umgebogen ist und mit einem Druckgummischlauch behufs Zuführung des Dampfes verbunden werden kann.

Nach beendigtem Durchrühren läßt man die Maische etwa 2 Stunden stehen, wobei das Hefegefäß, um Abkühlung zu vermeiden, zugedeckt bleibt.

In größeren Brennereien arbeitet man auf mechanischem Wege mit besonderen Hefemaischapparaten.

Ein sehr praktischer derartiger Apparat ist von Venuleth u. Ellenberger konstruiert. Derselbe besteht aus einem trogförmigen mit doppeltem Boden versehenen Gefäße, in welchem ein Rührwerk angebracht ist. Der Zwischenraum zwischen den beiden Böden wird mit Wasser gefüllt und dieses durch Dampf erwärmt. Das Wasser giebt dann die Wärme durch die Wand des Troges an die Hefemaische ab, welche durch das Rührwerk bewegt, allmählich die gewünschte Maischtemperatur erreicht, worauf man das Hefegut 1 Stunde zur Zuckerbildung stehen läßt und dasselbe dann in die eigentlichen Hefegefäße bringt.

2. Die Säuerung der Hefemaische. Die Säuerung wird bedingt durch die Entwickelung des stäbchenförmigen Milchsäurefermentes, welche eine reichliche Bildung von Milchsäure zur Folge hat. Den Nutzen der Säuerung glaubte man früher darin suchen zu müssen, daß durch die Milchsäure Eiweißkörper der Maische peptonisiert, löslich gemacht werden und dadurch die Ernährung der Hefe gefördert werde. Delbrück konnte jedoch eine nennenswerte Peptonbildung in den sauren Hefemaischen nicht nachweisen. Somit erwies sich diese Ansicht als unrichtig. Gegenwärtig nimmt man an, daß der günstige Einfluß der Säuerung auf die Entwickelung und Gärwirkung der Hefe darauf beruht, daß durch das Milchsäureferment und die vorhandene Milchsäure das Aufkommen von anderen schädlich wirkenden Mikroorganismen in der Maische verhindert wird.

Die Milchsäure ist bei der Menge, wie sie im Hefegut und der Maische vorkommt, ohne jeden schädigenden Einfluß auf die Hefe, wohl aber ist dies bei anderen Säuren, z. B. wie Märcker gezeigt, bei den niederen Gliedern der Fettsäuren der Fall, unter denen besonders die Buttersäure zu fürchten ist.

Man hat nun bei der Säuerung zu beachten, daß gleich anfangs sich nur das Milchsäureferment entwickeln kann, und daß während der ganzen Dauer des Säuerungsprozesses die günstigen Bedingungen für die Reinhaltung desselben erhalten bleiben.

Dieses gelingt durch die Einhaltung einer Temperatur von 40 °R oder einer hiervon nur wenig abweichenden in der zu säuernden Maische. Bei jener Temperatur vermag das Milchsäureferment sich rasch und kräftig zu vermehren, während dieselbe für die schädlichen Nebenfermente zu hoch liegt. Die Milchsäurebakterien sind in der Luft überall vorhanden. Sie finden sich daher auch stets ohne weiteres in der Maische, welche an und für sich einen günstigen Nährboden darstellt, ein und kommen bei der angegebenen Temperatur rasch zur Entwickelung. Ist die Säuerung erst einmal im Gange, so ist ein geringes Sinken der Temperatur weniger bedenklich; denn nun sind die Milchsäurebakterien in der Ueberzahl und dadurch im Stande, den anderen Fermenten mit Erfolg den Boden streitig zu machen. Unter 37 °R soll die Temperatur jedoch nicht sinken.

Die Dauer des Säuerungsprozesses ist abhängig von dem Säuregrad, den man in der Maische erreichen will. Nach dem Vorgange von Delbrück drückt man den Säuregrad in Kubikzentimeter Normallauge aus, welche erforderlich sind, 20 Kubikzentimeter des Filtrats von saurem Hefegut zu neutralisieren.

Man arbeitet in der Praxis meist auf einen Säuregrad von 2—2,2 hin, d. h. also 20 cc des Filtrats brauchen 2—2,2 cc Normallauge zur Neutraliation.

Im allgemeinen erreicht man diesen Säuerungsgrad in 12—14 Stunden. Durch Infizieren der Maische mit saurem Hefegut kann diese Zeit indessen erheblich abgekürzt werden. Hierbei ist zu beachten, daß der Zusatz der sauren zur süßen Maische nicht unter einer Temperatur der letzteren von 54 °R geschehe.

Dieses ist nötig, um die im sauren Hefegut stets vorhandenen fremden Nebenfermente unschädlich zu machen.

Um während der mehr oder weniger langen Säuerungsdauer die Temperatur möglichst konstant zu erhalten, werden die Hefegefäße bedeckt gehalten, und entweder der Raum, in welchem sie untergebracht sind, die Hefekammer geheizt oder die Maische von Zeit zu Zeit wieder angewärmt. Hierzu kann man sich der Hefekühler bedienen, indem man statt des Kühlwassers warmes Wasser durchlaufen läßt, oder des Dampfmaischrührers. Ist die Menge der Maische nicht zu gering, und die Hefekammer nicht zu kalt, so erhält sich die Temperatur wohl auch ohne besondere Nachhilfe auf der erforderlichen Höhe.

Die Säuerung ist stets mit einem Verlust an gärungsfähigem Material verbunden, denn die Milchsäure entsteht auf Kosten des in der Maische enthaltenen Zuckers. Dieser Umstand und der mit der Säuerung verbundene Aufwand an Zeit und Arbeit ließen es wünschenswert erscheinen, den ganzen Prozeß durch direkten Zusatz von Säure zu umgehen. Indessen haben die Versuche, welche man mit Anwendung von Salz- und Schwefelsäure gemacht hat, kein befriedrigendes Ergebnis gehabt. Selbst von der Milchsäure, welche allerdings auch zu teuer zu stehen käme, ist nach diesen Erfahrungen es zweifelhaft, ob sie direkt zugesetzt, in gleicher Weise günstig wirken würde, wie bei ihrem Entstehen in der Maische. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß gerade die Milchsäureorganismen bei der Unterdrückung der wilden Fermente lebhaft beteiligt sind.

Man wird also bis auf weiteres in der Milchsäuerung das beste Mittel zum Schutze der Hefe gegen störende Nebenfermente erblicken müssen. Auch die Flußsäure, welche sich in neuerer Zeit als Antiseptikum in der Brennerei so ausnehmend bewährt hat, konnte bis jetzt die Milchsäure im Hefegute nicht entbehrlich machen.

3. Die Kühlung der Hefemaische. Nach beendigter Säuerung muß das Hefegut möglichst rasch auf die Temperatur von 12—16° R abgekühlt werden, bei welcher die saure Maische mit Hefe versetzt werden kann.

Lange Zeit verwendete man zum Kühlen ausschließlich doppelwandige, zylindrische Gefäße aus Kupfer oder Kühlschlangen, welche man in das saure Hefegut

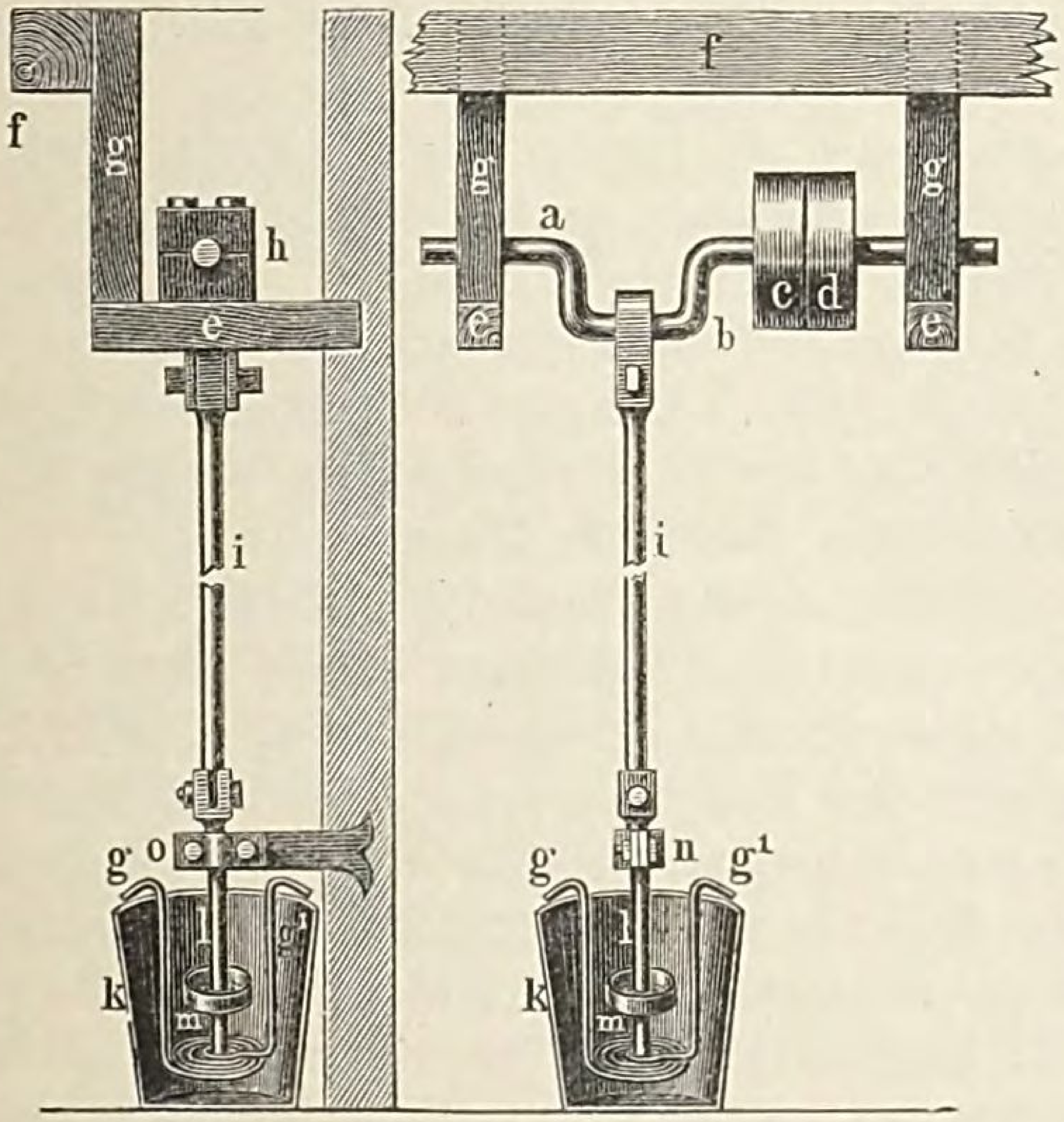


Fig. 180. Hessesche mechanische Kühlvorrichtung.

einsetzte. Da in dem dicken Hefegut eine Zirkulation und damit ein Temperaturausgleich nur langsam stattfindet, so ist die Wirkung dieser Kühlvorrichtungen eine sehr mangelhafte, insofern sie lange Zeit beansprucht und mit einem starken Wasserverbrauch verknüpft ist. Eine lange dauernde Kühlung ist aber auch insofern nicht ungefährlich, als bei langsamer Ueberschreitung von 35—20° R leicht störende Nebengärungen auftreten können.

Die Einführung mechanischer Kühlvorrichtungen ist daher als ein wesentlicher Fortschritt zu bezeichnen. Dieselben beruhen darauf, daß das Hefegut durch den beweglichen Kühler durchgerührt und so raschere Kühlung mit einem entsprechend geringeren Wasserverbrauch erreicht wird. Von den verschiedenen vortrefflichen Konstruktionen seien hier beispielsweise die Hessesche (Fig. 180) aufgeführt.

Dieselbe besteht aus einer kupfernen Schlange mit dem Wasserein- und Ausfluß g und g¹, welcher durch die Führungsstange l und die Pleuelstange i bewegt wird. Der Kühler ist außerdem mit einer Vorrichtung zum Lüften der Hefe versehen,

bestehend aus dem Gefäße m, welches an der Führungsstange angebracht, sich mit der Maische anfüllt und dieselbe durch eine Ausflußtülle wieder entläßt.

Der Kühler von Stenglein ist gleichfalls für Kühlung und Lüftung oder Luftkühlung, wie sich Stenglein ausdrückt, eingerichtet. Die Wasserkühlung geschieht durch zwei horizontal liegende Kühlschlangen. Zur Lüftung dient ein kupferner Ring, von welchem knieförmig abwärtsgebogen 24 feine Kupferrohre abzweigen. Dieselben sind an ihren Enden mit 1 mm weiten Oeffnungen für den Austritt der Luft versehen. Längs des Wasserleitungsrohres führt ein engeres Rohr zur Luftleitung. Die Bewegung des Kühlers geschieht mittels Vorgelege durch einen Exzenter von der Maschine aus und sollen in der Minute 20—25 Hube ausgeführt werden.

Der Hefekühler von Bohm wird durch das Kühlwasser selbst in Bewegung gesetzt.

4. Die Aussaat und Entwickelung der Hefe. Hat das saure Hefegut die erforderliche niedrige Temperatur von 12—15° R (die Anstelltemperatur) erreicht, so wird es mit Hefe versetzt (angestellt).

Bei Beginn des Betriebes verwendet man meist Preßhefe zur Aussaat (1 bis $1\frac{1}{2}$ kg pro 1000 Liter Maischraum), welche mit lauwarmem Wasser angerührt, dem Hefegut zugesetzt wird. In der Folge dient zu dem gleichen Zwecke die von einer vorausgegangenen Operation stammende Mutterhefe.

Alsbald tritt die Gärung ein. Man läßt dieselbe nicht unter, aber auch nicht viel über 10 Stunden, höchstens 14 Stunden dauern. Nur bei sehr konzentriertem Hefegut giebt man wohl noch eine längere Gärdauer. Nach Ablauf dieser Zeit ist die Hefemaische bei niedriger Konzentration und geringer Erwärmung auf etwas mehr als die Hälfte der Saccharometeranzeige vergoren. Die Hefe ist nun reif, d. h. die Vermehrung der Hefe hat ihr Ende erreicht. Es finden sich keine Sproßverbände mehr, sondern lediglich einzelne, wohlentwickelte Zellen. In diesem Stadium kommt die Hefe zur Verwendung.

Nachdem es sich nun bei der Hefenbereitung lediglich um eine Vermehrung der Hefe handelt, so erscheint es unnütz, die Gärung länger andauern zu lassen, als dieses eben zur Vermehrung der Hefe erforderlich ist. Eine andere Frage ist nun die, ob eine weitere Vergärung für die Verwendung der Hefe ungünstig ist, bezw. die Gärwirkung der Hefe beeinträchtigt. Dieses scheint nun keineswegs der Fall zu sein, wenigstens nicht bei konzentrierten nährstoffreichen Hefemaischen; denn nach Stenglein können Maischen von 24—25° Ball. ohne Gefahr für die Hefe auf 3—4° Ball. vergären. Der hierbei entstehende hohe Alkoholgehalt soll vielmehr die Hefe vor Infektionen schützen, also günstig wirken, auch soll die Hefe selbst gärkräftiger und widerstandsfähiger werden.

Bei geringerer Konzentration der Hefemaische findet während der Gärung keine beträchtliche Erwärmung statt. Dieselbe überschreitet kaum 3—4° R. Bei hoch konzentrierten Maischen erhebt sich die Temperatur bei einer Gärdauer von etwa 16 Stunden und einer Anstelltemperatur von 11° auf 18—22° R.

Eine Trennung der fertig gebildeten Hefe von der Maische findet nicht statt. Der Brenner bezeichnet das vergorene Hefegut kurzweg als Hefe, und spricht je nach dem zur Herstellung der Maische verwendeten Material von einer Grünmalzhefe, Schlempehefe, Maischhefe u. s. w.

Bei den zuletzt erwähnten Hefen von hoher Konzentration handelt es sich um Maischhefe.

5. Die Entnahme und Aufbewahrung der Mutterhefe. Sobald die Hefe reif ist, wird ein Teil derselben beiseite gestellt, um zur Weiterzüchtung zu dienen; der andere Teil wird zur Vergärung der vorhandenen süßen Maische verwendet.

Die Aussaat der beiseite gestellten Hefe behufs neuer Vermehrung erfolgt nicht sogleich, sondern erst, wenn nach der Einteilung des Betriebes neues Hefegut zur Aufnahme bereit ist (nach 10—12 Stunden).

Man hat daher jene Hefe, welche Mutterhefe heißt, bis zur Verwendung zu konservieren, was einfach dadurch geschieht, daß man sie in kupfernen Gefäßen (Mutterhefegefäßen) in kaltes Wasser stellt. Unter dem Einflusse der niederen Temperatur, welche das umgebende Wasser dem Hefegut mitteilt, wird die Gärung verlangsamt, so daß die Hefe, ohne an ihrer Gärfähigkeit Schaden zu leiden, 1 bis 2 Tage aufbewahrt werden kann. Die Größe der Mutterhefegefäße beträgt $^1/_{10}$ der zugehörigen Hefebottiche.

Für die Bereitung der Hefe steht in gut eingerichteten Brennereien ein besonderer Raum zur Verfügung: die Hefekammer. Damit dieselbe ihrem Zweck entspricht, soll sie derartig angelegt sein, daß in ihr eine möglichst konstante Temperatur von 14—16° R herrscht. Sie soll daher möglichst wenig Außenwand besitzen. Sie soll hell und luftig sein, so daß ohne Schwierigkeit die größte Reinlichkeit aufrecht erhalten werden kann. Die Wände sollen wenigstens bis zu einer Höhe von 2 m mit einem glatten, abwaschbaren Anstrich versehen sein.

Die Hefekammer ist ausgestattet mit drei Hefegefäßen, einem Mutterhefegefäß und einem Hefekühler für jeden täglich zu bemaischenden Gärbottich, ferner mit einem gemauerten Kühlbassin zum Kühlen der Mutterhefe, und einem Wasserkochgefäß.

Wie der Raum selbst, so müssen natürlich auch die vorhandenen Gefäße äußerst sauber gehalten werden. Insbesondere sind die Hefegefäße sorgfältig rein zu halten durch Ausscheuern und Ausdämpfen. Stenglein beschreibt für letzteren Zweck folgende einfache Vorrichtung: Dieselbe besteht aus einem, durch einen eisernen Reif zusammengehaltenen Cementboden, von etwas größerem Durchmesser als die einzelnen Hefegefäße. Im Mittelpunkt der Kreisfläche mündet, 4—5 cm hervorragend, ein Dampfzuleitungsrohr. Auf diesem Cementboden, welcher eine feste und glatte Unterlage bildet, wird das Hefegefäß umgestürzt und nun gedämpft.

Bei mangelhafter Reinlichkeit und fehlerhaftem Arbeiten in Bezug auf die Temperaturregulierung im Hefegut beim Maischen und bei der Säuerung tritt zuweilen eine unliebsame Erscheinung auf, welche der Praktiker als Selbstgärung bezeichnet. Es erfolgt nämlich unter diesen Umständen, ohne daß der Maische Hefe zugesetzt wäre, eine mit Aufschäumen verbundene Gärung, welche das Hefegut unbrauchbar macht.

Man hat diese Selbstgärung als eine Buttersäuregärung erkannt.

Bei Beginn einer neuen Betriebsperiode hat man zuweilen mit Schwierigkeiten zu kämpfen, um eine normale Säuerung in den Gang zu bringen. Zur Beseitigung derselben empfiehlt Märcker das Verfahren von Riebe, welches auf einer Infektion der Maische und der Hefekammer mit saurer Milch beruht. Nach dem Riebeschen Verfahren wird zwei Tage vor Wiederaufnahme des Betriebes ein Hefegefäß, wie gewöhnlich, mit Hefegut bemaischt und zur Säuerung, unter Zusatz von saurer Milch, sich selbst überlassen. Die saure Hefenmaische wird dann auf sämtliche, der Steuerbehörde angemeldete Hefegefäße verteilt, und der Fußboden der Hefekammer mit saurer Milch angestrichen. Hierdurch wird eine kräftige Infektion der Hefekammer und der Hefegefäße erreicht, und gleich die erste Maische erfährt eine normale und glatte Säuerung.

Die Gärung der Hauptmaische.

Mit der Hefe wird die süße Maische in Gärung versetzt. Die Hefe wird entweder auf dem Kühlschiff oder bei Verwendung von Röhrenkühlern im Gärbottich zugesetzt. Beim Arbeiten mit einem Vormaischbottiche mit Wasserkühlung giebt man die Hefe am besten gleich in diesen und zwar bei einer Temperatur von ungefähr 24° R, also noch vor Beendigung der Kühlung. Man erreicht hierdurch eine viel bessere Mischung der Hefe mit der süßen Maische, als dies beim Zusatze im Gärbottiche der Fall ist. Zudem findet bis zur Abkühlung auf die Anstelltemperatur noch eine beträchtliche Vermehrung, nach Delbrück ungefähr um das Doppelte statt.

Die Gärung der süßen Maische läßt man in eigenen Gefäßen, Gär- oder Maischbottichen (daher die Bezeichnung Vormaischbottich für das Gefäß, in welchem gemaischt wird), vor sich gehen.

Die Gärbottiche sind meist hohe zylindrische Gefäße von Holz und zwar von Eichenholz oder harzreichem Fichtenholz. Ihre Größe schwankt je nach dem Umfange des Betriebes durchschnittlich von 1000—5000 l. Es kommen aber auch kleinere und größere Bottiche vor, so z. B. in größeren Genossenschaftsbrennereien u. a. solche mit mehr als 9000 l.

Da bei der Gärung durch Kohlensäureauftrieb eine Volumenvermehrung der Maische stattfindet, so können die Bottiche nicht bis zum Rande angefüllt werden. Es muß vielmehr ein gewisser Raum (5—10 pCt. des Bottichinhalts) — der sogenannte Steigraum — leer bleiben.

Die Gärbottiche sind in einem besonderen Raum, dem Gärraum, aufgestellt. Derselbe muß so angelegt sein, daß er jahraus jahrein eine möglichst gleichmäßige Temperatur von 14—16° R besitzt. Ferner muß er hell, genügend hoch, leicht reinzuhalten und gut ventiliert sein.

Nach den äußeren Erscheinungen im Gärbottich kann man bei der Gärung der süßen Maische drei Perioden unterscheiden:

a) Die Periode der Angärung.

Unmittelbar nach dem Versetzen der Maische mit der Hefe (nach dem Anstellen) herrscht anscheinend völlige Ruhe. Nach kürzerer oder längerer Frist, je nach der

Anstelltemperatur, spätestens jedoch nach zwei Stunden, kündet das Entweichen von Gasblasen (Kohlensäure) den Eintritt der Gärung an.

Die Angärung ist nun vorwiegend die Periode der Hefenbildung. Die Hefe, auf frischen Nährboden versetzt, wächst und vermehrt sich zunächst. Das Hefenwachstum überwiegt vorläufig die Gärwirkung.

b) Die Periode der Hauptgärung.

Nach etwa 24 Stunden tritt eine lebhafte Entwicklung von Kohlensäure ein verbunden mit beträchtlicher Temperatursteigerung. Die Temperatur der Maische, welche beim Anstellen vielleicht 12—15 ° R betrug, steigt auf 24—25 ° R. Letzterer Temperaturgrad soll indessen niemals überschritten werden. Ja neuere Erfahrungen wollen sogar an 22—23 ° R als Temperaturgrenze für die Erwärmung der Maische festhalten.

Beim Eintritt der Hauptgärung ist die Hefebildung im wesentlichen beendet und es tritt die Zuckerspaltung in den Vordergrund, die sich eben in der lebhaften, oft geradezu stürmischen Kohlensäureentwicklung äußert. Nachdem die Hauptgärung 12 Stunden gedauert hat, folgt

c) Die Periode der Nachgärung.

Die Gärungserscheinungen sind während derselben weniger lebhaft, hören jedoch niemals ganz auf. Die Maische bleibt in Bewegung, bis sie zum Abbrennen kommt. Die Erscheinung rührt davon her, daß während der Nachgärung noch das Dextrin in der Maische durch dem Maischprozeß ungeschwächt entgangene Diastase allmählich in Maltose übergeführt und diese in dem Maße, als sie aus dem Dextrin entsteht, vergoren wird. Während der Nachgärung darf die Temperatur keinenfalls 22—23 ° R überschreiten.

Nach drei Tagen muß die Gärung vollendet, alle gärungsfähigen Stoffe sollen in Alkohol und Kohlensäure gespalten sein.

Gärführung. Einer der wichtigsten Faktoren in der Spiritusfabrikation ist die Gärführung. Man versteht darunter die Regulierung der Gärungsbedingungen behufs Erzielung der größtmöglichsten Ausbeute an Alkohol.

Bei der Gärführung kommt neben der zur Verfügung stehenden Gärdauer in erster Linie die Konzentration der Maische in Betracht; von dieser ist abhängig die Regulierung der Temperaturverhältnisse während der Gärung und das Quantum der Hefeaussaat.

Die Gärdauer ist in Deutschland gesetzmäßig eine dreitägige.

Was die Konzentration der Maische betrifft, so ist man in Deutschland durch das Maischraumsteuergesetz auf die Bereitung dicker Maischen hingewiesen. Je konzentriertere Maischen man zur Vergärung bringen kann, desto günstiger gestaltet sich die Ausnützung des versteuerbaren Raumes. Man muß dem Maischraumsteuergesetz nachrühmen, daß es die Ausbildung des Dickmaischens und damit die technische Entwicklung der Spiritusfabrikation überhaupt wesentlich gefördert hat. Wie Märcker und Behrend nachgewiesen und Kruis u. a. bestätigt haben, verdient die Dickmaischung überhaupt den Vorzug vor der Dünnmaischung.

Die Konzentration der Maische findet nun wohl ihre Grenze bei 26—27 ° Ball. Delbrück hat zwar durch Versuche mit Rohrzuckerlösung gezeigt, daß man bei

starker Hefeaussaat innerhalb der gesetzlichen Gärfrist noch 18 Volumprozent Alkohol erzeugen kann; allein, wenn auch die Hefe einen so hohen Zuckergehalt noch zu vergären vermöchte, so ist die Herstellung solch konzentrierter Maischen selbst mit zu großen Schwierigkeiten verknüpft. Schon die Konzentration von 26—27 ° Ball. wird bei Kartoffeln mit 20 pCt. Stärke nur erreicht, wenn man auf alle mögliche Weise Wasser zu entfernen und fernzuhalten sucht, so durch Verwendung trockenen Dampfes im Henzedämpfer, starkes Ablassen von Fruchtwasser, möglichst geringe Maischwassermenge im Vormaischbottich, sehr konzentrierte Hefe, durch die Anwendung der Maischentschalung u. s. w.

Bei stärkearmen Kartoffeln und Mais wird man sich meist mit einer Konzentration von 22 ° Ball. begnügen.

Die untere Grenze der Konzentration dürfte bei 20°, selten wohl bei 18° Ball. zu suchen sein.

Maischen mit weniger als 18 ° Ball. gehören in die Kategorie der Dünnmaischen. Für die deutschen Verhältnisse haben sie keine Bedeutung.

Maischen von 18—20 ° Ball. werden in ihrer Gärung durch die Anstelltemperatur reguliert. Dieselbe muß so gewählt werden, daß die Angärung nicht zu rasch eintritt, daß die Temperatur in der Hauptgärung nicht über 25 ° R steigt. Da bei Maischen von 20 ° Ball. im allgemeinen eine Temperatursteigerung von 14 ° R anzunehmen ist, so entspricht dieser Forderung eine Anstelltemperatur von 11—12 ° R.

Ueber die Beziehungen zwischen Konzentration, Temperatursteigerung und Anstelltemperatur giebt folgende Tabelle von Märcker Aufschluß:

Konzentration der Maische:	Temperatursteigerung:	Anstelltemperatur, wenn als Maximaltemperatur erreicht werden soll:	
		24 ° R	**23 ° R**
20 ° Ball.	14 ° R	10,0	9,0
17,5	12,6	11,4	10,4
15	11,2	12,8	11,8
12,5	9,4	14,6	13,6
10	6,1	17,9	16,9
7,5	4,7	19,3	18,3

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß sich Maischen von 17—18° Ball. durch nicht zu schwer erreichbare Anstelltemperaturen innerhalb der für die Gärung erforderlichen Temperaturgrenzen halten lassen. Noch leichter gelingt dieses für Maischen von 15 ° Ball. und darunter. Setzt man als Grenze für die Temperatursteigerung 23—24 ° R hin, so beginnen indessen schon bei Maischen von 20 ° die Schwierigkeiten. Dieselben steigern sich jedoch noch erheblich bei konzentrierteren Maischen, bei welchen die Temperaturerhöhung entsprechend den größeren Mengen des zu vergärenden Zuckers wächst, so daß dementsprechend die Anstelltemperatur noch niedriger als 9 ° R gewählt werden müßte. Dieses ist nun aber nicht mehr möglich, einmal wegen der wohl in den meisten Fällen nicht ausreichenden Kühlung, andererseits, weil durch eine derartig niedrige Anstelltemperatur die Angärung verzögert und damit die gerade für die Vergärung so wichtige Hefevermehrung beschränkt werden würde. Man hilft sich nun hier einfach damit, daß man sich unabhängig von der Anstelltemperatur macht, indem man durch eine künstliche Tem-

peraturregulierung, durch die von Delbrück in den Brennereibetrieb eingeführte Gärbottichkühlung, die Temperaturverhältnisse und damit den Verlauf der Gärung beherrscht.

Anfangs bediente man sich hierzu kupferner Kühlschlangen, welche man einfach in den Bottich einhängte. Bei dem langsamen Temperaturausgleich in der dicken Maische war die Kühlwirkung im Verhältnis zum Wasserverbrauch keine besonders günstige. Man sah sich daher bald veranlaßt, nach dem Vorbilde der mechanischen Hefekühlung auch die Bottichkühler beweglich zu machen. Hierdurch sicherte man sich einen dreifachen Vorteil. Zunächst ist die Kühlwirkung kräftiger und mit geringerem Wasserverbrauch verbunden, dann wird die Gärthätigkeit der Hefe befördert, insofern eine lokale Ansammlung der die Gärung hemmenden Kohlensäure und des Alkohol verhindert wird; endlich erzielt man eine Ersparnis an Steigraum, da eben der Kohlensäure durch die Bewegung der Austritt aus der dicken Maische erleichtert und so die Volumenvermehrung der Maische, der Auftrieb derselben, herabgemindert wird.

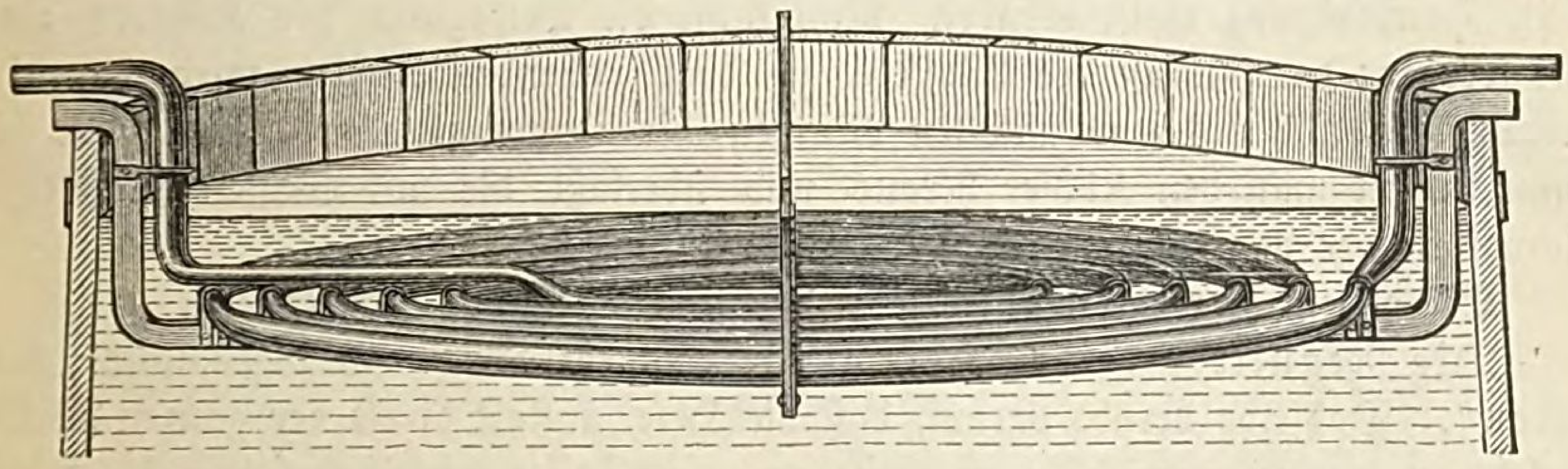


Fig. 181. Bottichkühler.

Die Gärbottichkühler werden in verschiedener Form hergestellt. Entweder hat man kupferne Schlangen mit in einer Ebene liegenden Windungen (Fig. 181), oder parallel neben einander liegende Kupferrohre, welche durch gebogene Rohrstücke mit einander verbunden sind (Hessescher Kühler). Letztere Form hat den Vorzug, daß sie auch im Innern leicht eine Reinigung zuläßt.

Die Kühlfläche soll im allgemeinen 0,3—0,4 qm auf 1000 l Maischraum betragen. Eine ovale Kühlschlange müßte dementsprechend bei einer lichten Weite von 3 und 1 cm und einer Wandstärke von 1 mm eine Länge von 7—8 m besitzen.

Die Bewegung der Kühler wird entweder durch eine Hebelübertragung mittels der Maschinenkraft der Brennerei, oder durch eine besondere kleine Dampfmaschine oder durch sinnreiche Wassermotoren (Gontard) bewerkstelligt.

Es ist nun ohne weiteres klar, daß man durch die Gärbottichkühlung im Stande ist, die Anstelltemperatur mit Rücksicht auf eine rasche und kräftige Angärung zu wählen. Nachdem sich gezeigt, daß die Hefe bei einer niederen Temperatur sich gärkräftiger entwickele, erkannte man in den Grenzen von 14—16° R im allgemeinen die passendste Anstelltemperatur. Man beginnt dann mit dem Kühlen, wenn die Temperatur auf 17—18° R gestiegen ist, jedoch mit der Vorsicht, daß man eine allmähliche Temperatursteigerung der Maische bis zu 23° R nicht unterdrückt, sondern nur verlangsamt. Man kühlt daher anfangs mit weniger Wasser und erst wenn 20° R erreicht sind, mit der vollen Kühlwirkung.

Die Temperatur von 23° R soll bei der Hauptgärung nun auf keinen Fall überschritten werden, während die Nachgärung nicht über 22° R kommen soll.

Die mechanische Bottichkühlung läßt dem intelligenten und beobachtenden Brenner unstreitig einen gewissen Spielraum in der Gärführung, insofern dieselbe je nach den obwaltenden Verhältnissen modifiziert zur Anwendung kommen kann. So arbeitet man in manchen Brennereien mit Vorteil in der Weise, daß man bei 17—18° R anstellt und unmittelbar nach dem Anstellen mit dem Kühlen beginnt.

Ein besonderes Verfahren (patentiert im deutschen Reiche) ist das von A. Hesse-Marzdorf, welches sich sehr gut bewährt hat.

Die bis auf einen Steigraum von 6—8 cm befüllten Bottiche bleiben bei 12—14° R bis zum nächsten Morgen in einer langsamen Angärung. Am zweiten Tage läßt man durch den Bottichkühler warmes Wasser strömen, um die Maische auf 22—23° R anzuwärmen. Sobald diese Temperatur erreicht ist, leitet man kaltes Wasser in der Weise durch den Kühler, daß während der Hauptgärung die Temperatur von 23° R nicht überschritten wird. Am Abend des zweiten Tages ist die Hauptgärung meist beendet. Nun kann die Bewegung des Kühlers eingestellt werden; der Zufluß des Wassers zu dem ruhenden Kühler wird darauf so geregelt, daß sich bis zum nächsten Morgen die Temperatur auf 20—21° R hält. Dann nimmt man den Kühler heraus und überläßt die mit Wasser aufgefrischte Dickmaische der Nachgärung.

Bei diesem Verfahren unterbleibt das Vorstellen der Hefe (s. u.).

Die Regulierung der Hefemenge geschieht durch das sogenannte „Vorstellen". Dasselbe beruht darauf, daß die Hefe, anstatt direkt der ganzen Maische zugesetzt zu werden, zunächst zum Anstellen eines Teiles derselben (etwa $^1/_{100}$) dient und zwar bei einer Temperatur von 18° R. Es tritt alsbald eine lebhafte Gärung, welche mit einer beträchtlichen Vermehrung der Hefezellen verbunden ist, ein, so daß man nach beendigtem Vorstellen (etwa nach zwei Stunden) durch Mischen der vorgestellten Maische mit dem übrigen Anteil eine viel größere Anzahl von Hefezellen in die süße Maische bringt, als wenn man die Hefe direkt ohne Vorstellen zugegeben hätte. Hierin liegt auch der Vorteil, welchen diese Operation mit sich bringt. Je konzentrierter die Maische ist und je niedriger die Anstelltemperatur gewählt werden muß, um so mehr muß vorgestellt werden zur Erzielung einer guten Vergärung, d. h. ein um so größerer Anteil der Maische muß zum Vorstellen verwendet werden.

Bei Anwendung der Bottichkühlung, welche eine der Hefevermehrung günstigere Anstelltemperatur von 14—18° R zuläßt, hat das Vorstellen eine geringere Bedeutung, ja es kann unter Umständen (s. o. Hesses Verfahren) gänzlich unterlassen werden.

Schließlich muß noch des sogenannten Auffrischens der Maischen gedacht werden, welches in einem Zusatz von kaltem Wasser zu der gärenden Maische besteht. Dasselbe hat sich bei der Vergärung von Dickmaischen als eine sehr zweckmäßige Operation bewährt. Die günstige Wirkung dieses Verfahrens ist auf eine Verdünnung der bei der Gärung entstehenden, die Thätigkeit der Hefe hemmenden Produkte zurückzuführen.

Nach Märcker empfiehlt es sich, das Auffrischen möglichst frühzeitig vorzunehmen, am besten, wenn noch nicht viel mehr als 5 pCt. Alkohol entstanden sind. Je mehr Wasser man zusetzen kann, um so günstiger ist die Wirkung. Die Menge

des zuzusetzenden Wassers ist durch den zur Verfügung stehenden Steigraum begrenzt.

Gärungsformen. Bei den weniger konzentrierten Dickmaischen, welche ohne die Anwendung der Bottichkühlung vergoren werden, zeigen sich nun die äußeren Erscheinungen bei der Gärung nicht immer gleich, sondern treten vielmehr in verschiedenen Formen auf.

Man kann hierbei im allgemeinen zwei Formen unterscheiden, welche lediglich in der Hauptgärung zur Erscheinung kommen und beide als günstige Gärungsformen beurteilt werden, nämlich die steigende und fallende Gärung, welche von einem langsamen Aufsteigen und plötzlichen Zurückfallen der Maische begleitet ist, und die sogenannte wälzende Gärung, bei welcher eine mehr gleichmäßige Entwickelung der Kohlensäure stattfindet, wodurch die Maische in der Mitte des Bottichs nach oben gehoben und an den Wandungen wieder nach unten geführt wird. Die erstere Gärungsform entsteht eben durch Ansammlung von Kohlensäure in der Maische, wobei die letztere langsam emporgehoben wird, bis der Druck der Kohlensäure die zähe Beschaffenheit der Maische überwindet und unter lebhafter Gasentwickelung ein plötzliches Zurückfallen derselben stattfindet.

Schaumgärung. Eine höchst lästige Gärungsform, welche in weniger dicken Kartoffelmaischen gerne auftritt, ist durch das konzentriertere Maischen glücklicherweise viel seltener geworden, die Schaumgärung.

Wie schon der Name sagt, bringt diese Gärungsform eine Schaumbildung in der Maische mit sich und hierin beruht eben das Unangenehme derselben. Die zur Gärung angestellten Maischen entwickeln nämlich solche Schaummengen, daß ein großer Teil des Bottichinhaltes bei der schlimmsten Form oft bis $^1/_3$ überschäumt und so verloren geht, denn ein Zurückschöpfen der Maische ist unthunlich.

Der Schaum tritt mit der Hauptgärung ein und verschwindet erst wieder mit abnehmender Gärung, um bei der Nachgärung gänzlich zusammenzusinken. Gleichgiltig, ob die Anstelltemperatur niedrig oder hoch gewählt wird, erscheint, nach Delbrück, der Schaum ziemlich regelmäßig bei einer Temperatur von 20° R. und einer Vergärung auf $^1/_3$ der ursprünglichen Saccharometeranzeige.

Bei einer mikroskopischen Untersuchung der Hefe konnte Delbrück nichts Krankhaftes an der Hefe entdecken; auch war bei der Schaumgärung der Alkoholertrag kein schlechter, so daß dieselbe, wenn nicht durch das Ueberschäumen Verluste entstünden, als eine ganz günstige Gärungsform erscheinen könnte.

Ueber die eigentliche Ursache der Schaumgärung ist man bis jetzt noch nicht im Klaren. Aus allem, was man bei solchen Gärungen beobachtet hat, geht hervor, daß die Veranlassungen hierzu sehr mannigfaltige sein müssen. So sind dieselben zu suchen einerseits in der Beschaffenheit des zur Verarbeitung gelangenden Materials, andererseits in der Verarbeitung selbst. Besonders sollen Frühkartoffeln (Seed u. a.) und nicht ausgereifte Kartoffeln zur Schaumgärung neigen. Ferner kann dieselbe hervorgerufen werden durch Verwendung ausgewachsenen Getreides, schlechten Malzes, unreifer Hefe, durch Unreinlichkeit im Betriebe überhaupt, sowie bei ungenügendem Dämpfen ohne Ablassen des Fruchtwassers. Daß unter sonst ganz normalen Verhältnissen selbst die Handhabung des Maischapparates bei gewissen Konstruktionen Schaumgärung herbeiführen kann, geht aus Mitteilungen von Dams u. a. hervor. Durch Ermäßigung der Tourenzahl des Centrifugalmaisch-

werks von 240 auf 120—160 Umdrehungen in der Minute wurde das Auftreten der Schaumgärung vermieden. Es liegt nahe, die Ursache der Schaumgärung in diesem Falle in einer durch zu raschen Gang des Maischwerkes bewirkten allzu intensiven Lüftung der Maische zu suchen.

Dünne Maischen sind mehr zur Schaumgärung geneigt, als Dickmaischen.

Die einmal eingetretene Schaumgärung bekämpft man durch Mittel, welche die Schaumbildung verhindern, indem sie die Schaumblasen im Entstehen unterdrücken. Hierzu eignet sich besonders ein dünnflüssiges Oel oder Petroleum; drei bis vier Liter Oel oder $^1/_3$ bis $^1/_2$ Liter Petroleum pro Bottich sollen ausreichen.

Den Eintritt der Schaumgärung sucht man durch Dämpfen bei hohem Druck, durch die Herstellung konzentrierter Maischen bei hoher Maischtemperatur (56° R), durch Zubrennen von Mais, durch Hefewechsel u. s. w. zu verhindern.

Unter Umständen hat man auch der Handhabung des Maischwerkes sein Augenmerk zuzuwenden.

Auch Antiseptika wurden zuweilen mit Erfolg angewendet, so von Stenglein die Salicylsäure.

Anwendung der Flußsäure. Als ein vorzügliches Antiseptikum — geeignet, die Nebengärungen im Brennereibetriebe zu unterdrücken — hat sich in neuerer Zeit die von Dr. Effront empfohlene Flußsäure bewährt.

Das Verfahren der Anwendung von Flußsäure, welches patentiert ist, fand eine eingehende, durch Versuche gestützte, kritische Würdigung durch Märcker.*) Aus der umfassenden Arbeit des um die Spiritusfabrikation hochverdienten Verfassers mögen nachstehende Ausführungen über die praktische Anwendung der Flußsäure und der Fluoride hier mitgeteilt werden:

Vor allem ist zu beachten, daß es nicht gleichgiltig ist, wieviel Flußsäure, und an welcher Stelle des Betriebes sie angewendet wird. Angaben, welche für alle Fälle zutreffen, können in Bezug auf deren Anwendung nicht gemacht werden. Letztere muß den jeweiligen Verhältnissen angepaßt werden, wenn sie erfolgreich sein soll. Als beachtenswerte Gesichtspunkte stellt Märcker auf Grund der bisherigen Erfahrungen folgende auf:

1. Die Flußsäure ist zum Reinigen an verschiedenen Stellen der Brennerei vorzüglich geeignet. Vor allem verwende man sie zum Scheuern der Bottiche und der Malztenne. Man nehme für diesen Zweck 100 gr Flußsäure auf etwa 25 l Wasser.

2. Wenn Malz aus sehr schlechtem Getreide hergestellt werden soll, kann man versuchen, dem Weichwasser eine kleine Quantität Flußsäure oder besser Fluorammonium zuzusetzen (etwa 5 gr Flußsäure oder die doppelte Menge Fluorammonium pr. hl). Man überzeuge sich jedoch zuerst durch einen leicht ausführbaren Versuch im Kleinen, ob hierdurch die Keimfähigkeit nicht geschädigt werde.

3. Wenn man es für vorteilhaft hält, den Mais am Vorabend seiner Verarbeitung im Henzedämpfer einzuquellen, wie solches zur Beschleunigung der Arbeit häufig geschieht, kann man die sonst leicht eintretende Säuerung vollkommen durch einen Zusatz von Flußsäure vermeiden. Hierzu sollen 1—2 gr Flußsäure auf den Hektoliter Henzeraum vollkommen ausreichend sein.

---

*) Das Flußsäureverfahren in der Spiritusfabrikation. Berlin. Paul Parey. 1891.

4. Einen Zusatz von Flußsäure für den Zuckerbildungsprozeß zu geben, ist im allgemeinen nicht nötig und auch nicht ratsam, da die Flußsäure auch schon in kleinen Mengen bei den hohen Maischtemperaturen schädlich auf die Diastase einwirkt. Glaubt man, einen solchen Zusatz bei sehr schlechtem Malz und minderwertigen Materialien nötig zu haben, so wende man nicht die freie Flußsäure an, sondern entweder Fluorammonium oder eine genau mit Natronlauge neutralisierte Flußsäure.

Mehr als 3 gr Fluorammonium pro Hektoliter anzuwenden, dürfte aber nicht ratsam sein.

5. Wenn man mit einem Flußsäurezusatze zur Maische arbeitet, kann man die Maischtemperatur erniedrigen und dadurch an Malz sparen. Man gehe jedoch vorsichtig und erst dann zu solchen Versuchen über, wenn man die Art der Anwendung der Flußsäure in der betreffenden Brennerei genau kennen gelernt hat.

6. Der wirksamste Zusatz der Flußsäure erfolgt unter allen Umständen zu der mit Hefe versetzten süßen Maische. Alle anderen Anwendungen, z. B. zur Reinigung der Wände, der Fußböden, machen diesen Zusatz nicht unnötig.

7. Als Zusatz zu den Maischen empfiehlt sich am besten die billigere Flußsäure, nicht das Fluorammonium, obgleich dasselbe ebenso wirksam ist. Wenn ein Vormaischbottich mit Wasserkühlung vorhanden ist, setzt man die entsprechende Flußsäuremenge der Maische bei 25° R hinzu; wird in der betreffenden Brennerei mit Kühlschiff gearbeitet, so ist dieses der passende Ort für den Zusatz. Man denke aber immer daran, daß der Zusatz nicht bei hohen Temperaturen erfolgen darf, da diese der Diastase des Malzes schädlich sind.

In Brennereien, welche mit einem Röhrenkühler arbeiten, darf man die Flußsäure nicht anders als in den Gärbottichen zusetzen. Wenn man in diese die Hefe schon vor dem Einfließen der Maische bringt, darf man natürlich die Flußsäure nicht unmittelbar in die Hefe bringen, sondern warte, bis der betreffende Bottich zu ¾ gefüllt ist, füge dann die mit einem Eimer Wasser verdünnte Flußsäure hinzu und rühre gut und stark um. Ueberhaupt vermeide man es unter allen Umständen, konzentrierte Flußsäure zu Maischen, sei es, wo es wolle, hinzuzusetzen, man verdünne dieselbe vielmehr wie oben angegeben.

8. Dünne Maischen vertragen erfahrungsgemäß eine ziemlich große Flußsäuremenge und erfordern dieselbe auch. Man kann hier bei Versuchen mit 10—12 gr Flußsäure pro Hektoliter anfangen. Wenn der Betrieb erst durch diese Anwendung in Ordnung gekommen ist, wird man allerdings mit sehr viel kleineren Mengen auskommen (meistens genügen 3—4 gr).

9. In konzentrierten Maischen muß man dagegen mit der Anwendung der Flußsäure sehr viel vorsichtiger sein — man beginne hier mit 3—4 gr und steige erst allmählich zu einer höheren Gabe, wenn man sich überzeugt hat, daß dieselbe vertragen werden kann. In dicken Maischen wirken aber diese kleinen Gaben oft schon sehr energisch. In Benkendorf sank z. B. die Säure bei Anwendung von 2 gr Fluorammonium von 1,70 am nächsten Tage schon auf 0,90 und am dritten Tage auf 0,60 cc.

10. In sehr stark zur Säuerung geneigten Maischen muß man mit der Anwendung der Flußsäure besonders vorsichtig sein, da die Säure die Wirkung der Flußsäure steigert und unter Umständen sogar zu einer schädlichen macht. Gerade

bei sehr verrotteten Verhältnissen ist die größte Vorsicht geboten und viele Mißerfolge sind gewiß auf die Außerachtlassung dieser Erfahrung zurückzuführen.

11. Will man allerdings radikal verfahren, so verwende man, um der herrschenden Unordnungen rasch Herr zu werden, eine große Flußsäuremenge, wundere sich aber alsdann nicht, wenn anstatt der erhofften Mehrerträge Rückschläge eintreten.

Sobald die Säure durch solche große Anwendungen herabgesetzt ist, muß man aber auf ein entsprechend niedriges Quantum, welches man nunmehr dauernd anwendet, herabgehen.

12. Die Flußsäure verzögert die Gärung. Der Flußsäurezusatz zu den Maischen muß daher unter allen Umständen so bemessen werden, und die Verhältnisse (durch Regelung der Anstelltemperatur) so gestaltet werden, daß die Maischen in drei Tagen (innerhalb der gesetzlich zugemessenen Gärdauer) vollständig vergoren sind. Einige Verzögerung der Hauptgärung wird man bei der Flußsäure immer bemerken, und der Nachgärung fällt hierbei eine viel wichtigere Rolle als bei der gewöhnlichen Arbeit der Brennerei zu.

13. Da sich die Flußsäure und das Fluorammonium von solch energischer Wirksamkeit auf die Hefe erwiesen hat, daß durch kleinere Mengen die Vermehrung derselben erheblich gefördert und die Hefe selbst gärkräftiger wurde, so ist mit einem Zusatz von Fluoriden (hier wird das Fluorammonium der freien Flußsäure vorzuziehen sein) bei der Hefebereitung aller Wahrscheinlichkeit nach viel zu erreichen.

Vorläufig befindet sich diese Art der Anwendung jedoch noch im Stadium des Versuchs, und man muß den Praktikern abraten, dieselbe schon jetzt auszuüben.

So lange man noch mit einem Säuerungsprozesse arbeitet, soll man in der Hefekammer die Flußsäure nur mit größter Vorsicht anwenden.

Die Vorteile der Anwendung von Flußsäure lassen sich kurz dahin zusammenfassen, daß

1. die Alkoholausbeute durch Vermeidung der zu Verlusten führenden Nebengärungen erhöht wird. Gegenüber der Ausbeute bei völlig normalem Betriebe bei Verarbeitung tadelloser Rohmaterialien ist diese Erhöhung allerdings nicht wesentlich, d. h. man kann unter diesen Umständen ohne Flußsäure ebenso hohe Ausbeuten erzielen wie mit derselben. Allein in keiner Brennerei sind solche Verhältnisse ununterbrochen vorherrschend, weit wichtiger ist daher

2. daß die Alkoholausbeute auch unter weniger günstigen Verhältnissen sich auf derselben Höhe erhalten läßt und somit die Gleichmäßigkeit und Sicherheit des Betriebes erhöht wird;

3. daß mit großer Wahrscheinlichkeit das Auftreten der Schaumgärung und bei Verfütterung der Schlempe die Schlempemauke vermieden wird.

Bei der Spiritusfabrikation aus stärkehaltigen Rohmaterialien stattfindende Verluste und die Ertragsberechnung nach Märcker.

Die bei der Spiritusfabrikation stattfindenden **Verluste** verteilen sich folgendermaßen:

1. Auf unaufgeschlossenes Stärkemehl. Diese Menge beträgt nach Märcker bei gutem Betriebe 0,5, bei mittlerem 2,0, bei schlechtem 3,0 pCt. des

Stärkmehls der Maischmaterialien. Die Hauptmenge der unaufgeschlossenen Stärke dürfte, wie man sich durch eine mikroskopische Untersuchung überzeugen kann, auf die Malzstärke fallen, welche zur Aufschließung lediglich der nicht völlig ausreichenden Maischtemperatur ausgesetzt ist.

2. Auf unvergorene gelöste Kohlenhydrate. Die hier in Betracht zu ziehenden Zahlen giebt Märcker zu 4—7—12 pCt. des Zuckers und Dextrins an.

3. Auf Nebengärungen, Verdunstung von Alkohol u. s. w. Hierdurch gehen 7,5—12—20 pCt. des wirklich vergorenen Zuckers verloren.

Auf Stärke umgerechnet, ergiebt sich somit ein Gesamtverlust von
11,7 pCt. bei gutem, 19,8 pCt. bei mitterem, 31,7 pCt. bei schlechtem Betrieb.

Danach erzielt man bei gutem Betriebe 88,3 pCt.
bei mittlerem „ 80,2 „
bei schlechtem „ 68,3 „ der theoretischen Ausbeute.

Unter der Annahme, daß 1 kg Stärkemehl theoretisch 71,6 LiterpCt. Alkohol liefern, berechnet sich daher eine Alkoholausbeute

	pro Kilogramm in Literprozenten
bei vorzüglichem Betriebe	63,2
bei mittlerem „	57,4
bei schlechtem „	48,9

Als gute Ausbeute, welche in jeder gut eingerichteten Brennerei unter normalen Verhältnissen zu erzielen ist, bezeichnet Märcker 58 bis 60 LiterpCt.

Die **Ertragsberechnung** gründet sich auf die Kenntnis der Menge des eingemaischten Stärkmehls bezw. gärungsfähigen Materials und des daraus gewonnenen Alkohols.

Berechnet man die Alkoholausbeute pro Kilogramm Stärkemehl in Literprozenten, so gewinnt man durch Vergleichung des gefundenen mit den oben angegebenen Werten einen Anhaltspunkt zur Beurteilung des Betriebes.

Den Stärkegehalt des Rohmaterials bestimmt man am sichersten durch chemische Analyse. Bei Kartoffeln bedient man sich der Stärkebestimmungsmethode nach dem spezifischen Gewichte mittels der Reimannschen Wage. Dabei hat man sich jedoch zu vergegenwärtigen, daß im letzteren Falle das Resultat um ± 1 pCt. von der Wirklichkeit abweichen kann.

Für Malz und Getreide kann man unter Umständen auch Durchschnittszahlen für den Stärkegehalt in Rechnung ziehen. Märcker giebt als solche an für

Grünmalz	40	pCt. Stärke
Darrmalz	68	„ „
Mais	63	„ „
Roggen	63	„ „
Weizen	65	„ „
Gerste	60	„ „
Hafer	53	„ „

Ein Beispiel aus der Praxis mag die Ausbeuteberechnung erläutern.

Es wurden eingemaischt

2400 kg Mais mit 60 pCt. Stärke	. . .	1440 kg Stärke
467,5 „ Malz „ 40 „ „	. . .	187 „ „
	Insgesamt	1627 kg Stärke.

Von 1627 kg Stärke wurden gezogen 96 100 LiterpCt. Alkohol, demnach von 1 kg 59,1 LiterpCt., was einem *guten* Betriebe entspricht.

Bei der Verarbeitung von *Kartoffeln* kann man keine Durchschnittszahlen anwenden. Man geht hierbei am besten von der *Saccharometeranzeige der süßen Maische* aus. Es ist dieses Verfahren nach *Märcker* sogar sicherer, als wenn man den mittels des spezifischen Gewichtes gefundenen Stärkegehalt zu Grunde legt.

Außerdem hat man noch zu wissen nötig: *das Volumen der süßen Maische vor dem Hefezusatz und die Menge des zur Hefebereitung verwendeten gärungsfähigen Materials.*

Die *Saccharometeranzeige* giebt bekanntlich nicht den Gehalt an gärungsfähigem Material, sondern den *Trockensubstanzgehalt* der Maische an. Ein größerer oder geringerer Teil derselben besteht aus nicht gärungsfähigen Stoffen und zwar ist dieser Anteil um so größer, je weniger Stärke die Kartoffeln enthielten. Um diese Verhältnisse klar zu legen, hat Märcker Quotienten ermittelt, welche angeben, wieviel von 100 Teilen durch das Saccharometer ermittelte Trockensubstanz vergärbar ist (auf Dextrose berechnet).

Märcker fand

bei sehr stärkemehlreichen Kartoffeln und einer Saccharometeranzeige von 22—24° den Quotient = 90,

bei sehr stärkemehlreichen Kartoffeln und einer Saccharometeranzeige von 18—22° den Quotient = 85,

bei mittleren Kartoffeln und einer Saccharometeranzeige von 16—18° den Quotient = 82.

Da man ferner die Saccharometeranzeige nicht von der ganzen (*treberhaltigen*) Maische, sondern nur im *Filtrate* erheben kann, so hat man bei der Rechnung den Trebergehalt zu berücksichtigen. Hierfür giebt *Delbrück* folgende Zahlen an:

Maischen aus sehr stärkereichen, dünnschaligen Kartoffeln enthalten	.	2 Vol.pCt.
„ „ weniger guten Kartoffeln enthalten	. . . .	3,5 „
Dickmaischen aus stärkearmen Kartoffeln enthalten	. . . .	5,0 „

Endlich hat man noch die *Temperatur* der Maische beim Abmessen derselben, welches man im Vormaischbottich oder im Gärbottiche vornimmt, in Betracht zu ziehen, und falls dieselbe von 14° R erheblich abweicht, das Volumen der Maische auf diese Temperatur zu reduzieren.

1000 Liter Maische messen bei 14° R, wenn die Temperatur beträgt:

8°	12°	14°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32° R
1001,1	1000,7	1000,0	999,6	999,0	998,4	997,8	997,1	996,3	995,4	994,6	993,8

34°	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50° R
992,7	991,7	990,7	989,6	988,4	987,1	985,9	984,7	983,3 Liter.

Die Berechnung sei nun durch das folgende Beispiel erläutert:

Saccharometeranzeige des Maischfiltrats . . . . 25°

25° Saccharometer zu 85 Quotient = 21,25 Dextrosewert = 19,13 Stärkewert*).

Volumen der süßen Maische bei 18° R	4000 Liter,
Dasselbe reduziert auf 14° R (999 × 4)	3996 „
Treberfreie Maische (Trebergehalt 3,5 pCt., 3996 × 0,965 .	3856 „
3856 Liter zu 25 Sacch. (1 L = 1,106 kg)	4265 kg
4265 kg treberfreie Maische zu 19,13 pCt. = ...	815,9 kg Stärkewert,
Dazu 160 kg Grünmalz (von der Hefe) à 40 pCt. . . .	64,0 „
Insgesammt eingemaischt	879,9 kg Stärkewert
Es wurden gezogen an Alkohol	52 794 Liter=pCt.,
Also pro Kilogramm Stärke	60 „ „

Zuckerhaltige Rohstoffe.

Als solche kommen in Betracht Zuckerrüben, Melasse und süße Früchte.

1. Die Verarbeitung von Zuckerrüben. In Deutschland erscheint bei der Maischraumbesteuerung die Verarbeitung von Zuckerrüben nicht lohnend, da sie durch einen zu niedrigen Zuckergehalt der Säfte eine entsprechende Ausnutzung des steuerbaren Raumes nicht zulassen. In Frankreich und Oesterreich dagegen ist die Gewinnung von Spiritus aus Zuckerrüben weit verbreitet und hoch entwickelt.

Die Verarbeitung der Zuckerrüben umfaßt folgende Operationen:

1. Das Waschen der Rüben;
2. Die Zerkleinerung;
3. Das Ansäuern mit verd. Schwefelsäure;
4. Die Saftgewinnung;
   a. durch Maceration,
   b. durch Diffusion,
   c. durch Pressen.
5. Die Gärung.

Das Waschen der Rüben ist mit großer Sorgfalt auszuführen, denn einerseits würde durch anhaftende Erde und Steine die Schneide der Zerkleinerungsapparate gefährdet werden, andererseits läge, besonders wenn die Rüben aus kalkigem Boden kommen, die Gefahr nahe, daß ein Teil der Schwefelsäure abgestumpft und so der erforderliche Säuregehalt des Saftes nicht erreicht werden würde.

Man nimmt das Waschen der Rüben in fließendem Wasser vor, mit ähnlichen Apparaten, wie sie zur Reinigung der Kartoffel dienen.

Die Zerkleinerung der Rüben geschieht je nachdem die Saftgewinnung auf dem Wege der Maceration und Diffusion oder durch Pressen erfolgt einerseits durch Schnitzelmaschinen, wie sie in der Zuckerfabrikation üblich sind, anderer=

*) Der Faktor zur Umrechnung auf Stärke ist 0,9, also 21,25 × 0,9 = 19,13.

seits mittels Reiben. In den französischen Rübenbrennereien sind namentlich die Schnitzelmaschinen nach dem System A. Maguin und System Stephen-David verbreitet und sehr beliebt.

Neben dem Waschen und einer zweckentsprechenden Zerkleinerung ist für den Verlauf der Gärung und die Erzielung einer hohen Spiritusausbeute das Ansäuern der zerkleinerten Rüben mit verdünnter Schwefelsäure von großer Bedeutung. Bei der Anwendung von Reiben läßt man verdünnte Schwefelsäure gleich auf die Reibe auflaufen. Ebenso werden die Schnitzel, sobald sie die Schnitzelmaschine verlassen, angesäuert.

Der Zusatz von Schwefelsäure hat den Zweck, das Auftreten von Nebengärungen, denen die Rübensäfte in hohem Grade ausgesetzt sind, zu verhindern oder wenigstens möglichst hintan zu halten.

Die Menge der zuzusetzenden Schwefelsäure ist nach Briem derart zu bemessen, daß der für die Gärung fertige Rübensaft eine Acidität von 0,16—0,18 auf Schwefelsäure-Anhydrid berechnet, aufweist.

Nach den Erfahrungen, welche man in neuerer Zeit in den Kartoffelbrennereien mit der Flußsäure gemacht hat, dürfte dieselbe geeignet sein, die Schwefelsäure bei der Rübenverarbeitung zu ersetzen.

Die Saftgewinnung durch Maceration beruht auf einer systematischen Auslaugung der in Schnitzel zerkleinerten Rüben durch Wasser oder Schlempe. Man bedient sich hierzu offener Gefäße (Macerateurs) aus Holz von ungefähr 2,4 m Höhe und 1,3 m Durchmesser. Oben und unten sind sie mit Siebböden versehen, zwischen denen die auszulaugenden Schnitzel zu liegen kommen. Zur Entleerung der ausgelaugten Schnitzel dient ein seitlich angebrachtes hermetisch verschließbares Mannloch. Je nach dem Umfange des Betriebes sind 3—4 oder 5—7 Macerationsgefäße zu einer Batterie vereinigt. Die sämtlichen Gefäße einer Batterie stehen durch Rohrleitungen untereinander in Verbindung. Außerdem gehört zur Ausrüstung der Batterie ein Zuleitungsrohr für Wasser oder Schlempe mit Abzweigungen für jedes einzelne Gefäß und ebenso ein Ableitungsrohr für den Rübensaft. Nehmen wir nun eine Batterie von drei Gefäßen A, B, C an, so gestaltet sich der Betrieb folgendermaßen: die drei Gefäße seien mit angesäuerten Schnitzeln gefüllt. Die Verbindung zwischen A und B, B und C ist geöffnet, die zwischen C und A geschlossen. Auf die Schnitzel in A läßt man nun von oben Wasser von 80° C treten. Abwärts fließend durchdringt es die Schnitzel und nimmt aus denselben Zucker auf. Durch nachströmendes Wasser wird der Inhalt von A nach B und von B nach C gedrängt, wobei die Flüssigkeit sich immer mehr mit Zucker anreichert. Inzwischen sind die Schnitzel in A ausgelaugt. Man unterbricht die Verbindung mit B und läßt die in A befindliche noch etwas Zucker führende Flüssigkeit in ein Sammelgefäß ablaufen, aus welchem sie zu einer neuen Auslaugung gebraucht wird. Während A entleert wird, läßt man das warme Wasser auf die Schnitzel in B fließen. Dieses verdrängt den in B enthaltenen Saft nach C und den hier enthaltenen durch ein Ablaufrohr in ein großes Sammelgefäß. Das inzwischen von neuem beschickte Gefäß A wird darauf mit C in Verbindung gebracht, so daß B den ersten und A nun den dritten Platz einnimmt. Auf diese Weise kommt, wie bei der Diffusion, in der Zuckerfabrikation der konzentrierteste Saft immer mit frischen Schnitzeln in Berührung, während den am meisten ausgelaugten Wasser zugeführt wird.

Der Saft, welcher eine Konzentration von 8—9 Saccharometergraden besitzt, kommt mit einer Temperatur von 25° C zur Gärung.

Statt Wasser zur Auslaugung der Schnitzel zu verwenden, bedient man sich zu diesem Zwecke heutzutage nach dem Vorgange von Champonnois allgemein der heißen vom Distillierapparate kommenden Schlempe. Durch dieses Verfahren wird der Gehalt der Rübensäfte an Hefenährstoffen wesentlich erhöht und dadurch günstigere Gärungsbedingungen geschaffen. Außerdem gewinnt man den in der Schlempe noch vorhandenen Zucker und erspart den sonst zum Anwärmen des Wassers erforderlichen Brennstoff. Von Zeit zu Zeit muß man jedoch selbstverständlich einen Teil der Schlempe aus dem Betriebe entfernen und durch Wasser ersetzen, da sich sonst die Salze, Säuren und Stoffwechselprodukte der Hefe in einer Störungen verursachenden Menge anhäufen würden.

Das Champonnoissche Macerationsverfahren ist in neuerer Zeit durch P. Barbier verbessert und den landwirtschaftlichen Betrieben angepaßt worden.

Die Saftgewinnung durch Diffusion unterscheidet sich von dem Macerationsverfahren lediglich dadurch, daß statt der offenen Auslaugungsgefäße geschlossene angewendet werden. Auch ist die Anzahl der zu einer Batterie vereinigten Gefäße meist eine größere, nämlich 5—12. Die Auslaugung, welche auch hier mit Wasser oder besser Schlempe geschieht, ist eine vollkommenere und raschere, als beim Macerationsverfahren. Gleichwohl ist die Maceration, welche etwas leichter auszuführen ist, gegenwärtig mehr verbreitet.

Die Saftgewinnung durch Pressen erfordert einen sehr feinen Rübenbrei. Deshalb muß die Reibe so konstruiert sein, daß bei der Zerkleinerung möglichst viele Zellen geöffnet werden. Man gewinnt durch Pressen den Zucker aus der Rübe nicht so vollkommen wie durch das Macerations- oder Diffusionsverfahren. Dafür erzielt man konzentriertere Säfte und wertvollere Rückstände mit einem Trockensubstanzgehalt von 22—25 pCt. Doch neigt man sich in neuerer Zeit immer mehr der Maceration und Diffusion zu.

Früher bediente man sich allgemein hydraulischer Pressen. Gegenwärtig wendet man lediglich kontinuierlich wirkende Walzenpressen an.

Der von der Reibe kommende mit Schwefelsäure angesäuerte und verdünnte Brei wird durch eine Druckpumpe in einen geschlossenen Kasten befördert, aus welchem er unter einem nicht unbedeutenden Drucke zwischen ein möglichst eng gestelltes gegeneinander rotierendes Walzenpaar gelangt. Der Mantel der Walzen ist siebartig durchlöchert und gestattet dem Saft den Zutritt zu dem Innern der Walze, aus welcher er abfließt, während der Preßrückstand in Form eines gleichförmigen dünnen Bandes die Presse verläßt und einem Macerateur zugeführt wird, in welchem er für eine zweite Pressung mit Schlempe durchgerührt wird.

Die Gärung des Rübensaftes erfolgt, nach welchem Verfahren immer derselbe gewonnen ist, stets in gleicher Weise. Gewöhnlich läßt man in den kleineren landwirtschaftlichen Betrieben den Saft direkt in die Gärbottiche laufen. Zweckmäßiger ist es und zwar mit Rücksicht auf die leichtere Regulierung des für die Gärung so wichtigen Säuregrades zwischen den Macerateuren oder Diffuseuren und den Gärbottichen einen oder vielmehr zwei abwechselnd zu benützende Sammelbottiche einzuschalten. Ist ein Bottich voll, so entnimmt man, während der zweite sich füllt, eine Probe, um den Säuregehalt durch Titration festzustellen. Auf Grund des er-

haltenen Resultates ist man dann imstande, jedesmal den gleichen und passenden Säuregrad herzustellen, wodurch die Gleichmäßigkeit und Sicherheit des Betriebes erhöht wird. Außerdem kann man in den Sammelbottichen zur Regulierung der Anstelltemperatur eine Kühlschlange anbringen. Aus den Sammelbottichen wird dann der vorbereitete Saft in die Gärbottiche verteilt.

Die Konzentration der Säfte beträgt selten mehr als 9° Sacch. Die Anstelltemperatur ist durchschnittlich 25° C. Bei Beginn des Betriebes bedient man sich zur Einleitung der Gärung der Preßhefe (0,25 kg pro Hektoliter) oder der flüssigen Hefe aus obergärigen Brauereien. Einmal im Gange wird die Gärung als eine kontinuierliche weitergeführt, indem in voller Gärung befindlicher Saft zu frischem gefügt wird.

Die Gärbottiche sind zu dem Behufe durch eine Rohrleitung mit den erforderlichen Hähnen untereinander verbunden. Nehmen wir an, es stünden fünf Bottiche zur Verfügung, so kann die Gärung folgendermaßen geführt werden. Bottich 1 wird zu einem Viertel oder Drittel seines Raumes mit Saft beschickt, mit Wasser verrührte Preßhefe oder Bierhefe zugesetzt und anhaltend durchgemischt. Nach wenigen Stunden ist die Gärung in vollem Gange. Man läßt nun die Hälfte des Inhalts von 1 nach Bottich 2 übertreten und darauf frischen Saft auf beide Bottiche 1 und 2 fließen. Nachdem Bottich 1 vollgeworden ist, ohne daß die Gärung nachgelassen hat, entläßt man die Hälfte seines Inhalts nach Bottich 3 und füllt ihn zum letztenmale an, um nun die Gärung zu Ende zu führen. Der Inhalt von Bottich 2 wird auf 4 verteilt, der von 3 auf 5. Bottich 1 ist inzwischen entleert und gereinigt worden und wird von 4 aus wieder mit gärendem Saft versehen. So vollzieht sich eine kontinuierliche Gärung, ohne daß man nötig hat, frische Hefe in den Betrieb einzuführen. Letzteres ist jedoch nicht zu umgehen, sobald man die Beobachtung macht, daß die Hefe in ihrer Gärwirkung nachläßt.

Da die zu vergärenden Rübensäfte, wie bereits erwähnt, selten mehr als 9 pCt. Zucker enthalten, so kann natürlich nicht mehr als 4 bis höchstens 5 V.-pCt. Alkohol aus dem Maischraum gezogen werden. Das ist aber nach den deutschen Steuerverhältnissen zu wenig, als daß man mit Vorteil Rüben verarbeiten könnte.

Der Rohspiritus aus Rüben enthält weniger Gärungsamylalkohol als der aus Kartoffel- und Getreidemaischen. Dagegen mehr Propyl- und Butylalkohol. Er ist weniger leicht zu raffinieren als der Kartoffelspiritus.

Als Beispiele für die Zusammensetzung der entsafteten Rückstände mögen die folgenden Analysen mitgeteilt werden:

Rückstände vom Champonnois-Verfahren der Maceration nach Lintner sen.:

	Frische Substanz	Trockensubstanz
Wasser	89,20	—
Trockensubstanz	10,80	100,0
Proteïnstoffe	1,33	12,3
Zucker	0,66	6,1
Fett	0,12	1,2
Sonstige stickstofffreie Stoffe . .	4,47	41,2
Asche	1,86	17,2
Fremde Bestandteile	0,24	2,4

Mit Wasser und mit heißer Schlempe macerierte Rückstände nach Siegel:

	Mit Wasser maceriert	Mit Schlempe
Wasser	93,11	92,64
Asche	0,55	0,84
Holzfaser	1,48	1,44
Zucker	1,72	1,34
Kohlenhydrate	2,93	2,99
Proteïnstoffe	0,21	0,77

Rückstände von Dujardins Walzenpresse nach Briem:

	Frische Substanz	Trockensubstanz
Trockensubstanz	15,32	100,0
Wasser	84,68	—
Rohfaser	3,63	23,70
Asche	0,81	5,27
Fett	0,22	1,42
Rohproteïn	1,71	11,20
Stickstofffreie Extraktstoffe	8,95	58,41

2. Die Spiritusgewinnung aus Melasse. Früher wurde fast alle Melasse auf Spiritus verarbeitet, bis die Entwickelung der durch die Steuerverhältnisse begünstigten Entzuckerungsverfahren die Melassebrennerei in hohem Grade einschränkte. Durch das Zuckersteuergesetz vom 9. Juli 1887 ist zwar die Entzuckerung der Melasse weniger rentabel geworden. Doch hat deshalb die Verarbeitung derselben auf Spiritus keine größere Ausdehnung gewonnen.

Die Melasse hat eine Konzentration von 70—80 Saccharometergraden und einen Gehalt von etwa 50 pCt. Zucker. Für die Verarbeitung auf Spiritus muß sie daher vor allem verdünnt werden. In kaltem Zustande ist die Melasse sehr zähflüssig, durch Erwärmen wird sie dünnflüssiger. Im Kleinbetriebe verfährt man zweckmäßig so, daß man das die Melasse enthaltende Faß mit geöffnetem Spundloch nach abwärts über einen Kessel mit heißem Wasser stürzt. Ist ein Teil ausgeflossen, so beschleunigt man die Entleerung durch Einleiten von Dampf. Durch Umrühren wird die gleichmäßige Verdünnung der Melasse mit dem heißen Wasser hergestellt. Im Großbetriebe bedient man sich für die Verdünnung besonderer Gefäße, welche am Boden mit einer zahlreiche feine Ausströmungsöffnungen führenden Dampfschlange versehen sind.

Auch kann man mit Vorteil das Körtingsche Dampfstrahlgebläse anwenden. Der Bottich, in welchem die Verdünnung vorgenommen wird, hat in diesem Falle einen Siebboden, unter welchen man den viel Luft mit sich reißenden Dampfstrahl leitet.

Man verdünnt die Melasse mit der 3—4fachen Gewichtsmenge Wasser, entsprechend 15—16 pCt. Zucker, so daß man eine Konzentration von 22 bis 24 Saccharometergraden erhält.

Die Melassen reagieren meist ziemlich stark alkalisch. Die alkalische Beschaffenheit der Flüssigkeit ist der Entwickelung und Gärthätigkeit der Hefe hinderlich. Sie muß daher durch Neutralisieren mit Schwefel- oder Salzsäure beseitigt

werden. Dabei hat man einen Ueberschuß von Säure zu vermeiden, einerseits, um den Wert der Melasseschlempe als Material zur Pottaschegewinnung nicht zu sehr zu beeinträchtigen, andererseits, um gärungshemmende Fettsäuren aus ihren Salzen nicht frei zu machen. Man kontroliert die Reaktion der neutralisierten Melasse mit empfindlichem Lakmuspapier. Die Reaktion soll neutral oder höchstens schwach-sauer sein.

Die Anstelltemperatur für Melassemaischen schwankt meist zwischen 15 und 18° R.

Zum Anstellen bedient man sich einer aus Darrmalz oder Grünmalz hergestellten Kunsthefe, wobei man das Hefegut möglichst konzentriert mit 24—26° Saccharometer führt.

Ein Vorstellen ist bei der Vergärung der Melasse nicht erforderlich.

Die Gärung verläuft ziemlich gleichmäßig und ruhig, wobei sich eine Temperatursteigerung um etwa 10° bemerklich macht. Die Kohlensäure entweicht aus der dünnen Flüssigkeit fast ungehindert, weshalb nur ein sehr geringer Steigraum erforderlich ist.

Märcker empfiehlt auf Grund der günstigen Erfahrungen, die man bei der Verarbeitung stärkemehlhaltiger Materialien mit der Gärbottichkühlung gemacht, mit letzterer auch in der Melassebrennerei, insbesondere zur Vergärung konzentrierterer Maischen Versuche zu machen.

Die Alkoholausbeute aus Melassemaischen ist nach Märcker eine befriedigende. Man erzielt aus 100 kg Melasse — einschließlich der zur Hefebereitung verwendeten Materialien (6 kg Darrmalz und Getreideschrot) — 2600 bis 3000 Liter-pCt. Alkohol. Auf 1 kg Rohrzucker berechnet, würde sich durchschnittlich eine Ausbeute von 53,9 Liter-pCt. ergeben, d. i. 84,5 pCt. der theoretischen.

Bei der Verarbeitung von Melassemaischen macht man zuweilen die unliebsame Wahrnehmung, daß die Gärung auf halbem Wege stehen bleibt oder doch nur langsam und träge verläuft. Diese Schwergärigkeit der Melasse ist aller Wahrscheinlichkeit auf die Anwesenheit freier flüchtiger Fettsäuren zurückzuführen. Neale wies in einer auf Märckers Veranlassung ausgeführten Untersuchung nach, daß schon sehr geringe Mengen flüchtiger Fettsäuren die Gärung hemmen. So genügen z. B. von der Buttersäure 0,05 pCt. in der Gärungsflüssigkeit um eine störende Wirkung hervorzubringen und bei 0,1 pCt. tritt eine vollständige Hemmung ein. Die durch die Anwesenheit freier Fettsäuren bedingte Schwergärigkeit der Melasse kann nun nach Märcker leicht beseitigt werden durch Neutralisieren derselben mit Schlemmkreide.

Eine weitere, höchst unliebsame Gärungserscheinung in Melassemaischen ist die Salpetergärung. Dieselbe tritt unter besondern Umständen in salpeterreichen Melassemaischen ein. Die Ursache ist mit großer Wahrscheinlichkeit in Spaltpilzgärungen zu suchen, welche reduzierend auf die Salpetersäure einwirken und dabei Stickoxyd bilden. Dieses Gas entweicht bei der Salpetergärung in reichlichen Mengen und erzeugt, aus der Luft Sauerstoff aufnehmend, die bekannten roten Dämpfe von Stickstoffperoxyd. Die alkoholische Gärung ist hierbei stets eine mangelhafte. Dem Uebelstande wird am wirksamsten durch größte Reinlichkeit im Betriebe und in der Behandlung der Melasse schon in der Zuckerfabrik vorgebeugt und entgegengetreten.

Der Rohspiritus aus Melasse ist, wie der Rübenspiritus, verschieden in seiner Zusammensetzung vom Kartoffelspiritus. Er enthält namentlich mehr Aldehyd und niedriger siedende Bestandteile als letzterer, ist daher weniger leicht zu reinigen.

Als Zumaischmaterial zu stärkearmen Kartoffeln ist die Melasse nach Märcker vorzüglich geeignet. Der Zusatz erfolgt am besten im Vormaischbottich nach beendeter Zuckerbildung. Man hat sich davon zu überzeugen, ob die Reaktion der Maische nach dem Zusatze nicht etwa alkalisch geworden. Gewöhnlich dürfte die Säure des Kartoffelsaftes ausreichen, das Alkali der Melasse zu neutralisieren. Ist dieses nicht der Fall, so ist vorsichtig mit Schwefelsäure die alkalische Reaktion aufzuheben. Im übrigen erfordern die Maischen keine besondere Behandlung.

Die Melasseschlempe ist wegen ihres hohen Salzgehaltes und bei ihrem geringen Gehalte an Nährstoffen als Futtermittel nicht geeignet. Man verarbeitet dieselbe daher auf kohlensaures Kali oder verwendet sie direkt als Düngemittel.

3. **Die Verarbeitung von süßen Früchten,** wie Kirschen, Zwetschgen, Heidelbeeren ꝛc. geschieht meist in kleinem Betriebe auf höchst einfache Weise. Die zerkleinerten*) oder unzerkleinerten Früchte werden in Fässer eingestampft und hier der Gärung überlassen. Letztere tritt durch die den Früchten anhaftenden Hefezellen alsbald ein und ist nach drei bis sechs Wochen beendet. Man kann die Masse nun aber noch ruhig mehrere Wochen liegen lassen und die Destillation zu gelegener Zeit vornehmen. Zu letzterem Behufe bedient man sich meist primitiver Blasenapparate mit direkter Feuerung. Die erste Destillation liefert einen schwachen Lutter. Durch eine zweite Destillation, bei welcher man den „Mittellauf" getrennt als Primaware auffängt, erzielt man dann den verstärkten Trinkbranntwein.

Nach P. Behrend geben 100 kg Kirschen durchschnittlich 10,2 Liter Kirschgeist von 50 Vol.-pCt., Zwetschgen etwa 8,3 Liter, Heidelbeeren etwa 4 Liter, Aepfel 5 Liter, Himbeeren und Brombeeren 3—4 Liter.

Die Obstschlempe kann sehr gut als Viehfutter verwendet werden.

Nach einer Analyse von Soxhlet zeigte eine Obstschlempe nachstehende Zusammensetzung:

Wasser	96,44	pCt.
Protein	6,42	„
Fett	0,19	„
Stickstofffreie Extraktstoffe	4,76	„
Holzfaser	0,58	„
Asche	0,61	„

An Zucker enthielt die Schlempe 0,53 pCt., an freier Säure, auf Milchsäure berechnet, 0,67 pCt.

Neben dem sonst üblichen Futter, bestehend aus Heu, frischen Biertrebern, Oelkuchen und Futtermehl wurden von dieser Schlempe täglich an Kühe ca. 20 Liter pro Haupt verfüttert. Dabei ergab sich ein Mehrertrag von ca. 1½ Liter Milch pro Haupt.

*) Bei Verarbeitung von Kirschen und Pflaumen werden zum Teil die Steine zerdrückt. Dadurch gelangt etwas Amygdalin in die Maische, welches bei der Gärung in Bittermandelöl und Blausäure zerlegt wird. Letztere verleihen neben anderen Stoffen dem Kirsch- und Zwetschgenwasser das beliebte Aroma.

Alkoholhaltige Rohstoffe.

Diese Rohmaterialien werden hier lediglich der Vollständigkeit wegen erwähnt. Im allgemeinen besitzen dieselben für den Gegenstand dieses Werkes nur untergeordnetes Interesse. Obenan steht hier der Wein, welcher am frühesten ja ursprünglich als einziges Rohmaterial zur Branntweingewinnung diente. Ferner gehören hierher die Abfälle der Weinproduktion, Weinhefe und Trestern; endlich Abfälle der Bierbrauerei, wie das Geläger aus den Lagerfässern u. dergl. Die Gewinnung des Alkohols geschieht einfach auf dem Wege der Destillation und Rektifikation.

Die Branntweine bis zu 60 Vol.-pCt. Alkohol, welche man aus Wein und Trestern darstellt, werden ihres Aromas wegen als Trinkbranntwein geschätzt. Der Weinbranntwein ist indessen bei weitem feiner als der Tresterbranntwein, welcher einen brenzlichen Nebengeruch besitzt. Der aus Weinhefe gewonnene ist überhaupt untauglich zum Genusse, da ihm ein scharfer ranziger Geruch und Geschmack eigen ist.

Die Weindestillation wird naturgemäß vornehmlich in den südlichen, weinbauenden Ländern betrieben. Das Produkt derselben ist der allbekannte und geschätzte Cognac, der seinen Namen nach dem Städtchen Cognac in der Charente (Westfrankreich), einem Hauptsitze der Weindestillation, führt.

In Frankreich hatte sich dieser Industriezweig am mächtigsten entwickelt, bis vor 20 Jahren gerade in den Weingärten der Charente die Reblaus große Verheerungen anrichtete. Gegenwärtig werden sehr große Mengen Weinbranntwein aus dem Auslande eingeführt, um als französischer Cognac wieder ausgeführt zu werden.*) Eine beträchtliche Menge wird aber auch aus fuselfreiem Sprit und Cognacöl bereitet.

Die Cognacbereitung wurde früher und wird wohl auch jetzt noch zum Teile von den Weinbauern selbst ausgeführt, die sich zur Destillation einfacher Apparate, aus Blase, Helm und Kühler bestehend, bedienten.

In dem Maße, als sich die Darstellung von Branntwein aus Wein zu einem im großen betriebenen Gewerbe umgestaltete, kamen verbesserte, auch kontinuierliche Apparate (s. u.) zur Anwendung.

Die Ausbeute an Spiritus auf Trestern und Weinhefe, sowie aus Biergeläger, ist natürlich von dem Alkoholgehalte jener Materialien abhängig. Durchschnittlich rechnet man, daß 1 hl fest zusammengedrückter Trestern 10—12 Liter 50 prozentigen Branntwein und 1 hl Hefe ungefähr ebensoviel liefern. 1 hl Geläger von Lagerbier giebt durchschnittlich 10 Liter 50 prozentigen Branntweins.

Rohmaterialien, welche seltener und unter besonderen Verhältnissen zur Spiritusfabrikation Verwendung finden. Selbstverständlich können alle Rohstoffe des Pflanzenreiches, welche gärungsfähigen Zucker, oder in solchen überführbare Kohlenhydrate in nennenswerter Menge enthalten, auf Spiritus verarbeitet werden.

*) Nach französischen statistischen Angaben betrug die Alkoholerzeugung aus Wein in den beiden Charentes 10 163 hl und die Gesamtmenge des in Frankreich produzierten Weinbranntweins 26 531 hl. Nach der englischen Einfuhrstatistik versendet Frankreich durchschnittlich jährlich 124 620 hl (Sell, Ueber Cognac, Rum und Arac 2c.).

Als solche, seltener zur Verarbeitung gelangende Rohmaterialien, führen wir hier nach Märcker folgende an:

Topinamburknollen (12—16 pCt. Kohlenhydrate), Buchweizen und Hirse (55 pCt. Stärke), Reis (75 pCt. Stärke), Roßkastanien (40 pCt. Stärke), Riesenmöhren (9—10 pCt. Kohlenhydrate), Cichorien (24 pCt. Zucker), Asphodillwurzeln (18 pCt. Kohlenhydrate), Feigen, frisch (50 pCt. Zucker), Cactus opuntia, die Wurzeln der Quecke (triticum repens, Stärke), Sorgho roh und Grünmais (12 bis 16 pCt., bezw. 5—10 pCt. Zucker), Bataten (20 pCt. Kohlenhydrate), Melonen und andere Südfrüchte, Renntiermoos [Cladonia rangiferina] (65—70 pCt. Kohlenhydrate), Holzcellulose.

Die Destillation.

Die Gewinnung des Alkohols, von welchem die vergorene Maische meist nicht mehr als 12—13 Vol.-pCt. enthält, geschieht auf dem Wege der Destillation. Die Destillation ist eine der Verarbeitung sämtlicher Rohmaterialien gemeinsame Operation.

Unter Destillation versteht man im allgemeinen die Ueberführung einer Flüssigkeit in Dampfform, verbunden mit einer Kondensation der entstandenen Dämpfe durch Abkühlung, wobei man durch geeignete Vorrichtung eine Trennung des kondensierten Anteils von dem verdampfenden vornimmt.

Man kann so durch Destillation verdampfbare (flüchtige) Körper von nicht flüchtigen trennen, und selbst flüchtige Körper können getrennt werden, wenn sie nur einen verschiedenen Grad der Flüchtigkeit besitzen, der sich in verschiedenen Siedetemperaturen ausdrückt.

Wasser und Alkohol sind nun zwei solche Flüssigkeiten von verschiedenem Siedepunkte. Wasser siedet unter normalem Drucke bei 100° C, Alkohol bei 78° C. Erhitzt man ein Gemisch von Alkohol und Wasser zum Sieden, so entsteht ein Dampfgemisch, in welchem zunächst die Alkoholdämpfe gegenüber den Wasserdämpfen vorherrschen. Ferner wird der Alkohol bei seiner größeren Flüchtgkeit in Dampfform übergeführt sein, ehe alles Wasser verdampft ist.

Unterbricht man daher die Destillation, sobald aller Alkohol übergegangen ist, so erhält man einen wässerigen Alkohol, der aber beträchtlich reicher an Alkohol ist, als der ursprünglich zur Destillation gebrachte. Den Alkohol vollständig vom Wasser zu trennen ist auf dem Wege der einfachen Destillation nicht möglich; denn einerseits verdampft das Wasser stets nach Maßgabe der im Gemische herrschenden Siedetemperatur, und da dieselbe mit Abnahme des Alkoholgehaltes der Flüssigkeit steigt, so folgt daraus, daß mit fortschreitender Destillation stets wasserreichere Dämpfe übergehen, andrerseits üben die Alkohol- und Wassermoleküle eine gewisse Anziehung auf einander aus, so daß der Alkohol nur durch Anwendung chemischer Mittel (z. B. des gebrannten Kalks), welche das Wasser chemisch binden, in vollkommen wasserfreiem Zustande gewonnen werden kann.

Unterwirft man das zuerst gewonnene Destillat von neuem der Destillation, bis eben aller Alkohol übergegangen, so erhält man wieder ein alkoholreicheres Produkt u. s. f.

So erzielt man z. B. aus einer Maische mit 10 V.-pCt. Alkohol durch vier Destillationen einen achtzigprozentigen Rohspiritus, wobei

das I. Destillat etwa 28 V.-pCt. Alkohol
„ II. „ „ 50 „ „
„ III. „ „ 70 „ „
„ IV. „ „ 80 „ „ enthält.

Ueber die Beziehungen zwischen dem Alkoholgehalt der zu destillierenden Flüssigkeit, deren Siedetemperatur und dem Alkoholgehalt der entweichenden Dämpfe giebt die Tabelle von Gröning Aufschluß. (Dieselbe wurde von C. Dönitz für Märckers Handbuch der Spiritusfabrikation erweitert und auf Gewichtsprozente ausgedehnt. S. d. 5. Aufl., S. 626.)

Grönings Alkoholtabelle:

Alkoholgehalt der siedenden Flüssigkeit Vol.-pCt.	Siedepunkt derselben °C	Alkoholgehalt der entweichenden Dämpfe Vol.-pCt.	Alkoholgehalt der siedenden Flüssigkeit Vol.-pCt.	Siedepunkt derselben °C	Alkoholgehalt der entweichenden Dämpfe Vol.-pCt.
90	78,75	92	15	90,00	66
80	79,38	90,5	12	91,25	61
70	80,00	89	10	92,50	55
60	81,25	87	7	93,75	50
50	82,50	85	5	95,00	42
40	83,75	82	3	96,25	36
30	85,00	78	2	97,50	28
20	87,50	71	1	98,75	13
18	88,75	68	0	100,00	0

So mußte man denn auch in früheren Zeiten zur Gewinnung eines hochprozentigen Alkohols eine wiederholte Destillation ausführen. Das alkoholarme erste Destillat mit etwa 20 pCt. Alkohol hieß Lutter und wurde durch wiederholte Destillation zu Branntwein von 40—50 oder Spiritus von 70—90 Vol.-pCt. verstärkt. Hierzu bediente man sich eines einfachen Destillierapparates, welcher heute noch in zahlreichen Kleinbetrieben (Obstbrennereien ꝛc.) im Gebrauch ist. Derselbe (Fig. 182) besteht aus Destillierblase A, Helm B, Kühlschlange C und Kühlfaß D.

Die Heizung der Blase, welche aus Kupfer hergestellt wird, geschieht meist durch direktes Feuer.

Die ersten Verbesserungen dieses einfachen Apparates beschränkten sich auf eine Brennstofferspарnis, indem man die abziehenden Feuergase vor ihrem Eintritt in den Schornstein zum Vorwärmen der Maische benutzte, oder indem man die Alkoholdämpfe zunächst in einem besonderen Kühlfaß durch Maische verdichtete, diese hierbei vorwärmend.

Die Leistungsfähigkeit des Apparates steigerte man durch Vergrößerung der Heizfläche.

Mit steigernder Nachfrage nach hochprozentigem Industriesprit konnten jedoch diese Apparate trotz mannigfacher Verbesserungen nicht mehr genügen, einerseits des großen Zeitaufwandes wegen, welchen die Destillation benötigte, andererseits wegen des damit verbundenen großen Brennstoffverbrauches.

Die Bestrebungen richteten sich daher auf die Konstruktion von Destillierapparaten, welche die Gewinnung eines hochprozentigen Branntweins aus der Maische in einer Operation gestatteten. Zu dem Behufe werden die Apparate mit Vorrichtungen zur Rektifikation und Dephlegmation versehen. Es mußte also dafür gesorgt werden, daß die Dämpfe in ein und demselben Apparat verdichtet und wieder verdampft werden konnten, sich dabei verstärkend, wie bei der wiederholten einfachen Destillation.

Rektifikation ist nun eben nichts anderes, als Verstärkung des Alkohols durch wiederholte Destillation.

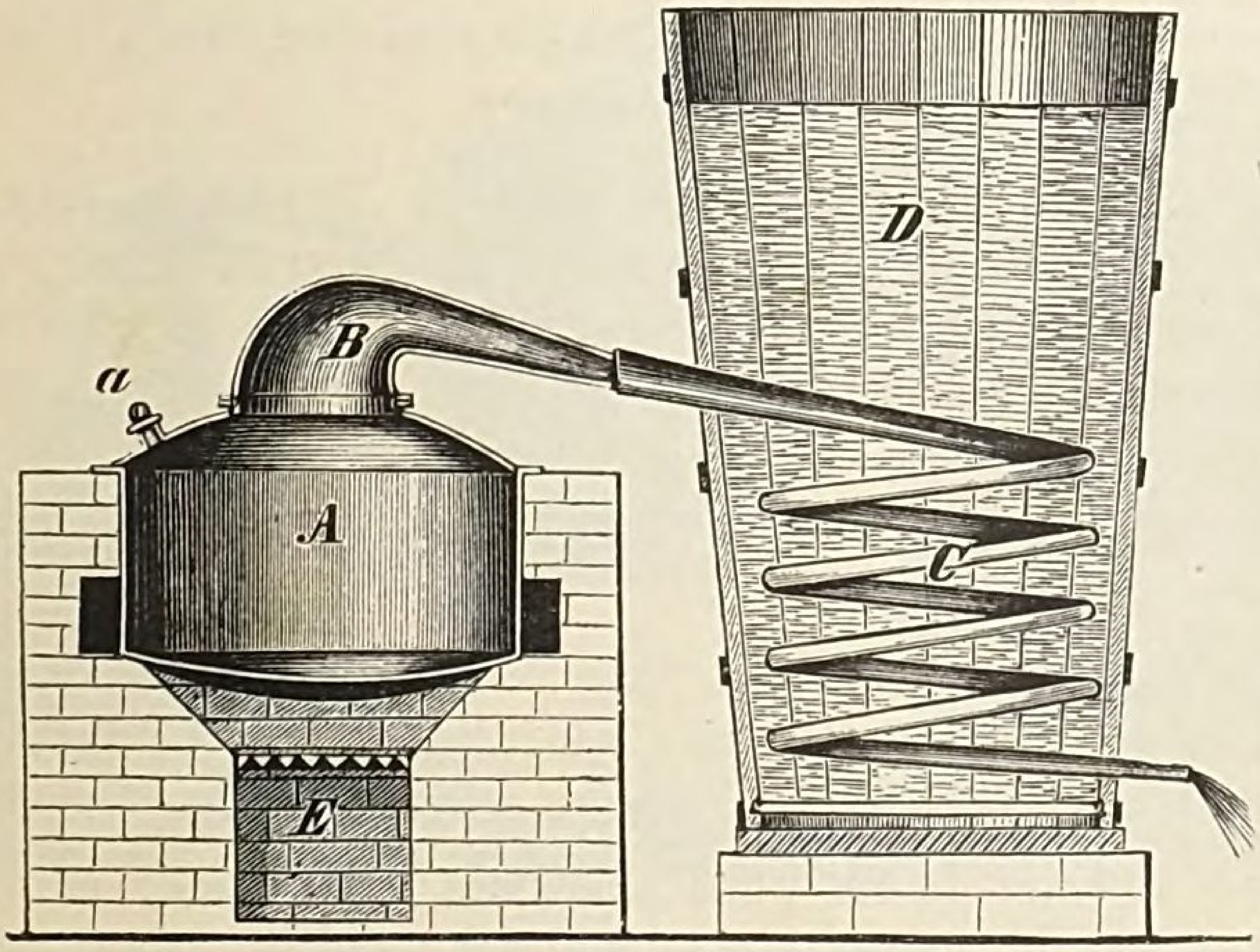


Fig. 182. Einfacher Destillierapparat.

Dephlegmation bedeutet Entwässerung, indem die alten Chemiker das Wasser als Bestandteil des Weingeistes mit Phlegma bezeichneten. Dephlegmieren heißt also einen Alkohol entwässern, d. i. verstärken. Dephlegmation und Rektifikation verfolgen also das gleiche Ziel; ja sie sind, wenn wir uns einer neueren Auffassung des Dephlegmationsprozesses anschließen, im Grunde dasselbe.

Eine Verstärkung des Alkoholgehaltes im Destillate nahm man schon sehr frühzeitig bei den einfachen Destillierapparaten wahr, wenn man den Helm vergrößerte oder das den Helm mit dem Kühler verbindende Rohr anfangs nach aufwärts bog. Die Ursache dieser Verstärkung erkannte man in der Abkühlung und teilweise in der damit verbundenen Kondensation, welche das aus der Blase entweichende Dampfgemisch an der Oberfläche des Helmes bezw. des Rohrs erfuhr. Diesen Vorgang nannte man Dephlegmation und erklärte sich die dadurch erzielte Verstärkung des Destillats folgendermaßen: An der kälteren, dephlegmierend wirkenden Oberfläche des Helmes oder anderen Apparatenteilen sollten die höher siedenden Bestandteile des Dampfgemisches, also insbesondere Wasser, mit etwas

Alkohol zu einer Flüssigkeit verdichtet werden, welche in die Blase zurückläuft, während die flüchtigeren Alkoholdämpfe ihren Weg fortsetzen, so ein stärkeres Destillat liefernd, als das ohne Dephlegmation der Fall wäre.

Gegen diese Erklärung wendet sich Pampe, nach welchem bei der Dephlegmation nicht etwa eine partielle Verdichtung in der oben angedeuteten Weise vor sich geht, sondern vielmehr eine Verdichtung von Spiritusdämpfen derselben Zusammensetzung ohne Scheidung in einen alkoholärmeren und alkoholreicheren Teil. Dabei werde die verdichtete Flüssigkeit durch den nachströmenden Dampf wieder ausgekocht und hierdurch genau entsprechend den Gröningschen Zahlen verstärkt.

Apparate mit Anwendung der Dephlegmation, Rektifikation und Vorwärmung.

Der erste Apparat, welcher eine wirksame Dephlegmation, Rektifikation und Vorwärmung zuließ, wurde von dem Franzosen Argand eingeführt. Späterhin folgten Eduard Adam in Montpellier (1807) und Solimani. Die von ihnen konstruierten Apparate waren für die Destillation von Wein bestimmt.

In Deutschland bekundete 1819 der Apparat von Joh. Friedr. Dorn, Fabrikenkommissär, Techniker und Chemiker zu Berlin, einen bedeutenden Fortschritt auf dem Gebiete der Destillation.

Der Dornsche Apparat (Fig. 183) besteht aus der weiten und niedrigen Blase A, dem mächtigen Helm B, dem Vorwärmer C, dem Rektifikator D, welcher durch eine Scheidewand von dem Vorwärmer getrennt ist, und dem Kühler E.

Wenn der Apparat in Gebrauch genommen werden soll, wird die Blase A vom Vorwärmer aus, in welchen die Maische bei 1 eintritt, gefüllt, darauf e abgesperrt und nun auch der Vorwärmer beschickt. Die Dämpfe, welche sich beim Erhitzen der Maische in A durch direktes Feuer oder durch Dampf entwickeln, werden zunächst an der großen Oberfläche des Helmes B, dann in dem Schlangenrohr g dephlegmiert, indem sie hier die kalte Maische vorwärmen. Das in g entstehende Phlegma sammelt sich in D, allmählich die Mündung des Rohres g bedeckend. Je mehr die Erwärmung der Maische in C fortschreitet, umsomehr heiße Dämpfe gelangen nach D und bringen das vorhandene Phlegma wieder zur Verdampfung, so eine wirksame Rektifikation bewerkstelligend. Die in D entstehenden Dämpfe werden in dem Schlangenrohre p kondensiert. Der Spiritus läuft bei v ab. n ist ein Sicherheitsrohr, welches den aus der heißen Maische in C aufsteigenden Dämpfen mit steigendem Druck Zutritt zu dem Schlangenrohr g gestattet oder atmosphärische Luft in den Apparat eintreten läßt, sobald durch Abkühlung der Blase eine Druckverminderung in derselben hervorgerufen wird. Durch den kleinen Kühler q kann man eine Probe der Dämpfe im Helm B entnehmen und die kondensierte Flüssigkeit auf ihren Alkohol prüfen. Man unterbricht die Destillation, wenn jene Dämpfe frei von Alkohol sind. Darauf läßt man die Schlempe bei a ab und bei direkter Feuerung, um ein Anbrennen zu verhindern, durch d und c etwas Wasser zufließen. Nun wird die Blase mit der vorgewärmten Maische aus C und dem Lutter aus D gefüllt und der Vorwärmer mit frischer Maische beschickt.

Erkennen wir in dem Dornschen Apparat schon einen bedeutenden Fortschritt gegenüber dem einfachen Destillierapparat, so ist das in weit höherem Grade der Fall bei dem fast um die gleiche Zeit (1817) auftretenden Zweiblasen-Apparat von Pistorius, welcher heute noch in vielen kleineren Brennereien mit Vorteil in Gebrauch ist und gewissermaßen das Vorbild für alle späteren Verbesserungen und Konstruktionen der Destillierapparate wurde.

Der Pistoriussche Apparat (Fig. 184) unterscheidet sich von allen bis dahin gebräuchlichen Konstruktionen wesentlich durch die Anwendung zweier Blasen, womit eine beträchtliche Brennstoffersparnis verbunden ist und durch seine Dephlegmationsvorrichtung, die sogenannten Pistoriusschen Becken.

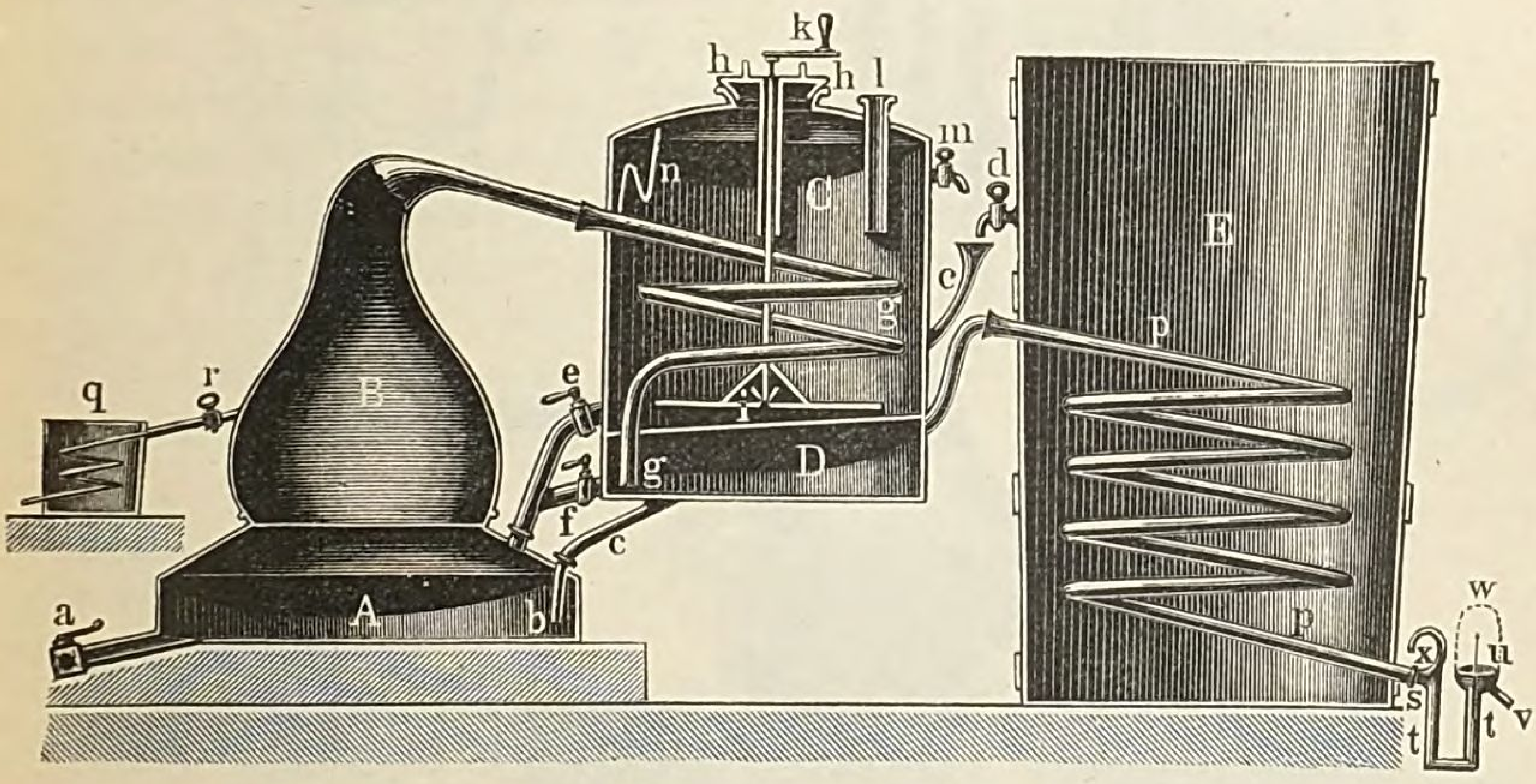


Fig. 183. Dornscher Destillierapparat.

A und C sind die beiden Blasen, E der Rektifikator, F der Vorwärmer, H_1, H_2 und H_3 die Pistoriusschen Becken der Dephlegmationsvorrichtung, K der Kühler.

Beim Beginne der Destillation werden die beiden Blasen und der Vorwärmer mit soviel Maische gefüllt, als letzterer zu fassen vermag. Darauf wird die Maische in A durch direktes Feuer oder besser durch Dampf zum Sieden erhitzt. Um einerseits zu verhindern, daß die Maische anbrennt, andererseits eine gleichmäßige Erhitzung zu ermöglichen, befindet sich in den Blasen A und C ein einfaches Rührwerk. Die in A entwickelten Dämpfe treten durch das Rohr B zu der Maische in C; anfangs sich kondensierend, verstärken sie den Alkoholgehalt in C und bringen später den Inhalt der Blase, welche gleichzeitig durch die entweichenden Feuergase erwärmt wird, zum Sieden. Die hierbei entstehenden Dämpfe gelangen durch das Rohr D in den Rektifikator E. Die Wände des Vorwärmers F umspülend, werden sie teilweise verdichtet und sammeln sich als Flüssigkeit in E, die Kappe b abschließend. Von nun an müssen die von C kommenden und durch den Stutzen a in E eintretenden Dämpfe die Flüssigkeit durchstreichen, welche sie wieder verdampfen, so eine Rektifikation bewirkend. Die rektifizierten Dämpfe nehmen ihren Weg durch G

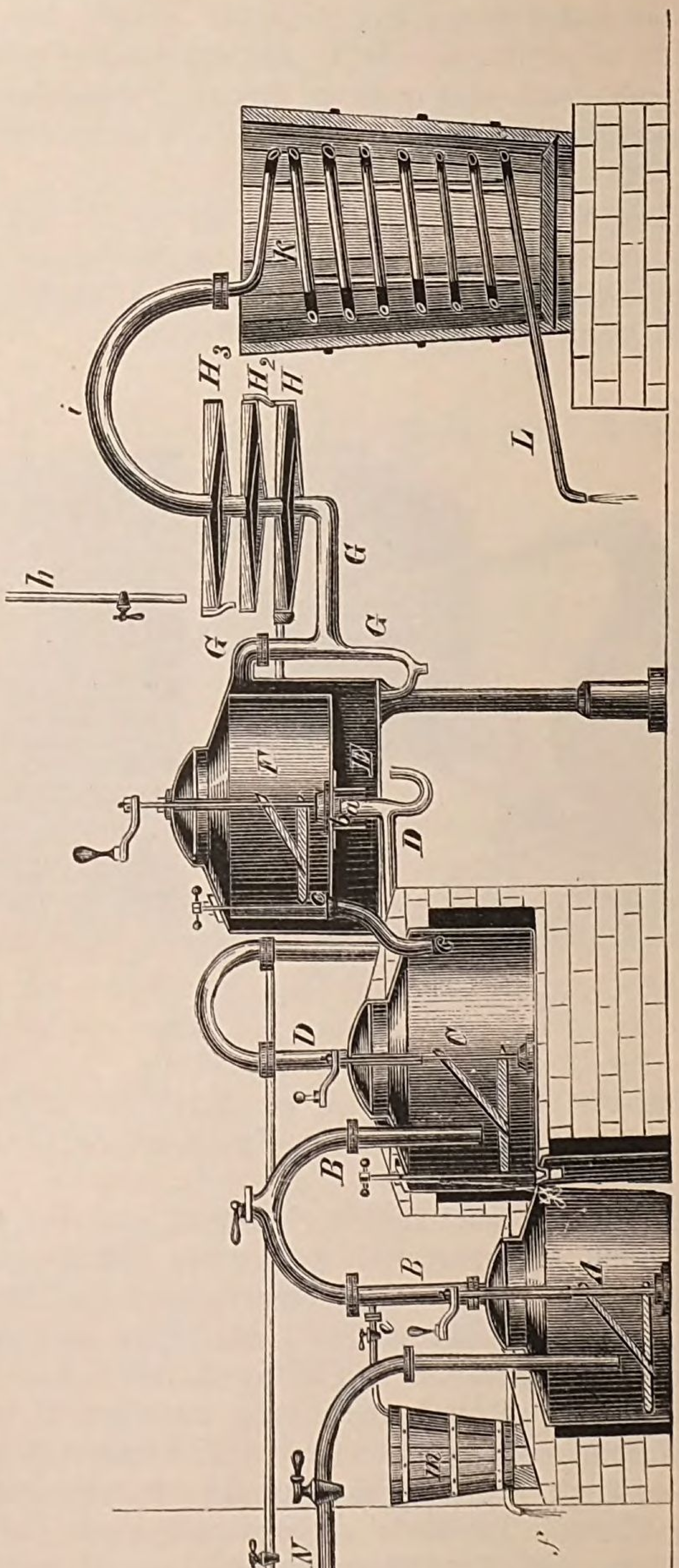


Fig. 184. Pistorius-Apparat.

nach dem Dephlegmator. Derselbe besteht aus drei linsenförmigen hohlen Becken H_1, H_2, H_3, in welchen je eine Scheidewand angebracht ist. Diese zwingt die eintretenden Dämpfe, sich auszubreiten und die Wände des Beckens zu bestreichen. Hierbei erfolgt an der unteren Fläche der Becken Dephlegmation durch Luftkühlung, an der oberen durch zufließendes Wasser. Durch die Gabelung des Rohres G kann das Phlegma nach E zurückfließen. Anfangs werden die Becken nicht gekühlt, weil bei der im Vorwärmer stattfindenden Dephlegmation genügende Verstärkung durch Luftkühlung allein erreicht wird. Die nicht verdichteten Dämpfe gelangen vom Dephlegmator durch i nach dem Kühler K, aus welchem bei L der Spiritus abläuft. Ist die Blase A abgetrieben, was man an der rasch abnehmenden Stärke des Destillates oder mittels des Schlempeprobers m erkennt, so wird sie entleert und mit dem Inhalte der Blase C, diese mit der vorgewärmten Maische aus F und der Vorwärmer mit frischer Maische beschickt. Den in E nach beendeter Destillation vorhandenen Lutter läßt man gleichzeitig mit der Maische aus F nach C laufen.

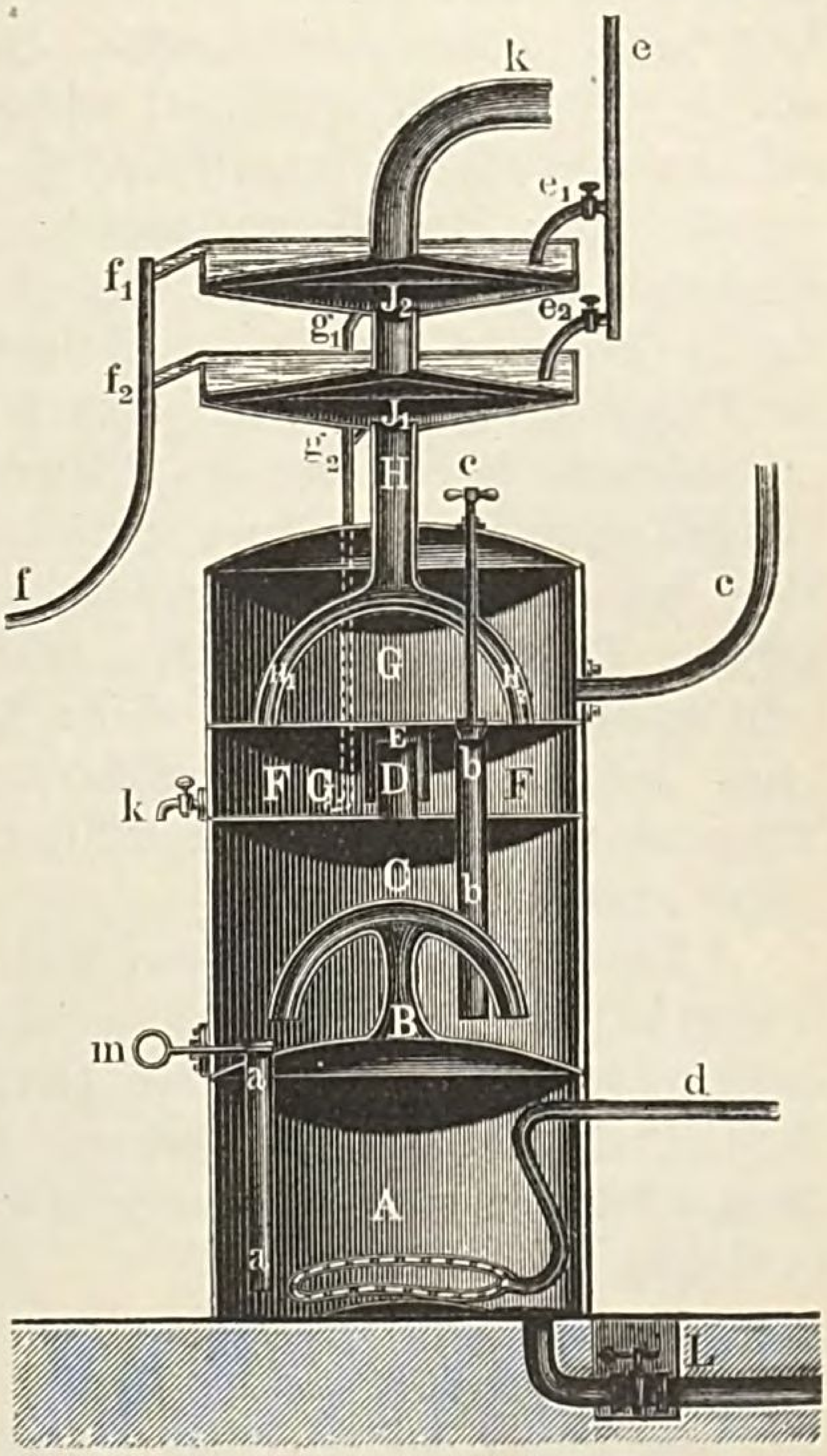


Fig. 185. Pistorius Säulenapparat.

Der Pistorius-Apparat lieferte in einer Operation ein Destillat von 80—85 Vol.-pCt.

Neuere Pistorius-Apparate besitzen eine besondere Lutterblase, welche unter E F angeordnet, nach der Destillation den Lutter aufnimmt und aus welcher dann durch direkten Dampf der Alkohol abdestilliert wird, während das zurückbleibende Phlegma durch einen Hahn abgelassen und beseitigt wird.

Fig. 185 zeigt einen Pistorius-Apparat, in welchem die Blasen A und C, sowie Rektifikator, Vorwärmer und Dephlegmator über einander liegen, so daß der Apparat die Gestalt einer Säule zeigt, womit eine beträchtliche Raumersparnis verbunden ist.

Die Maische wird in der Blase A durch Dampf erhitzt. Die Dämpfe gelangen durch B nach C und durch den Stutzen D in den Rektifikator F, aus diesem durch H in den Dephlegmator J_1 J_2 und schließlich durch k in den Kühler.

Der Gallsche Apparat, welcher (1830) in Süddeutschland Verbreitung fand, ließ bereits eine Art kontinuierlichen Betriebes zu. Er bestand aus zwei in gleicher Höhe neben einander gestellten Blasen, einem Vorwärmer, welcher höher

stand, und einer Vorrichtung für Rektifikation und Dephlegmation. Beim Gallschen Apparat wurde nicht der Inhalt der einen Blase in die andere übergeführt, sondern die Destillation wurde abwechselnd aus der einen in die andere Blase vorgenommen, so daß bald die eine, bald die andere mit direktem Dampf geheizt werden konnte. Man bezeichnete daher den Apparat als Wechselapparat. War eine Blase abgetrieben, so wurde sie ausgeschaltet, entleert und mit der vorgewärmten Maische gefüllt, während der Heizdampf in die andere Blase geleitet wurde. Die in dieser entwickelten Dämpfe ließ man darauf in die frische Maische und von hier in den gleichfalls frisch gefüllten Vorwärmer treten. In Bezug auf die Einströmung der Dämpfe und den Ablauf des Destillates erscheint demnach der Betrieb des Apparates als ein kontinuierlicher. Der ursprüngliche Gallsche Apparat führte den Namen „Galls rheinländischer Dampfbrennapparat“. Die Blasen waren aus starkem Eichenholz gearbeitet und mit kupfernen Deckeln versehen. Später wurden die Blasen aus Kupfer hergestellt und in den Dampfkessel eingehängt, um die äußere Abkühlung der Blasen zu verhindern und dadurch weniger direkten Wasserdampf zum Betriebe zu benötigen, so daß aus den Blasen alkoholreichere Dämpfe in den Rektifikator übergeführt wurden. Diesen Vorteilen standen aber wesentliche Nachteile gegenüber, wie die höheren Anschaffungskosten und der Umstand, daß ein bedeutend größerer Dampfkessel nötig war, welcher zudem für den Betrieb einer Maschine nicht benutzt werden konnte. Diese Marienbad- oder Wasserbad-Apparate fanden daher nur beschränkte Anwendung. Konnte man doch die Abkühlung der Apparate weit einfacher und billiger durch Umhüllung mit schlechten Wärmeleitern vermeiden.

Der Destillierapparat von Cellier-Blumenthal (1817), verbessert durch Derosne fand in Frankreich zur Destillation von Wein Verwendung. Er ist insofern bemerkenswert, als er bereits die Elemente einer kontinuierlichen Destillation enthält und dadurch den Anstoß zur weiteren Entwicklung dieser Betriebsart gab, welche als die rationellste erkannt, nun zur allgemeinen Verbreitung gelangt ist.

Fig. 186 zeigt den Cellier-Blumenthalschen Apparat in der Form, welche ihm Derosne gegeben.

Er besteht aus den Blasen A und B, der Destillationssäule C, dem Rektifikator D, dem Vorwärmer und Dephlegmator E, und dem Kühler F. H ist ein Behälter für die zu destillierende Flüssigkeit, welche durch den Ablaufregulator G und das Rohr k in den Kühler F gelangt, so daß dieser als erster Vorwärmer dient.

Beim Beginne des Betriebes wird die Blase A gefüllt; darauf läßt man durch Oeffnen des Hahnes W Flüssigkeit in den Kühler F, von diesem in den Vorwärmer E und durch das Rohr h in die Destilliersäule C treten, aus welcher sie, abwärtsfließend, in die Blase B gelangt, deren Boden bedeckend, was man an dem Standrohre p_1 erkennt. Der Inhalt der Blase A wird dann zum Sieden erhitzt. Die Dämpfe, durch das Rohr f entweichend, bringen die Flüssigkeit in B zum Sieden. Die hier entwickelten Dämpfe treten in die Destilliersäule, welche zunächst lediglich als Rektifikator wirkt. Die Dämpfe setzen ihren Weg fort durch die Kolonnen des Rektifikators und das Schlangenrohr des Vorwärmers zum Kühler. Ist die Flüssigkeit durch die Dämpfe im Dephlegmator genügend vorgewärmt, so läßt man dieselbe ununterbrochen aus dem Behälter H durch den Kühler F und den

Vorwärmer E in die Destilliersäule eintreten, von wo sie in die Blase A gelangt. Der Zufluß ist nun ein **ununterbrochener** und wird so reguliert, daß die Blase B gerade genügend gefüllt ist, wenn der Inhalt der Blase A entgeistet ist.

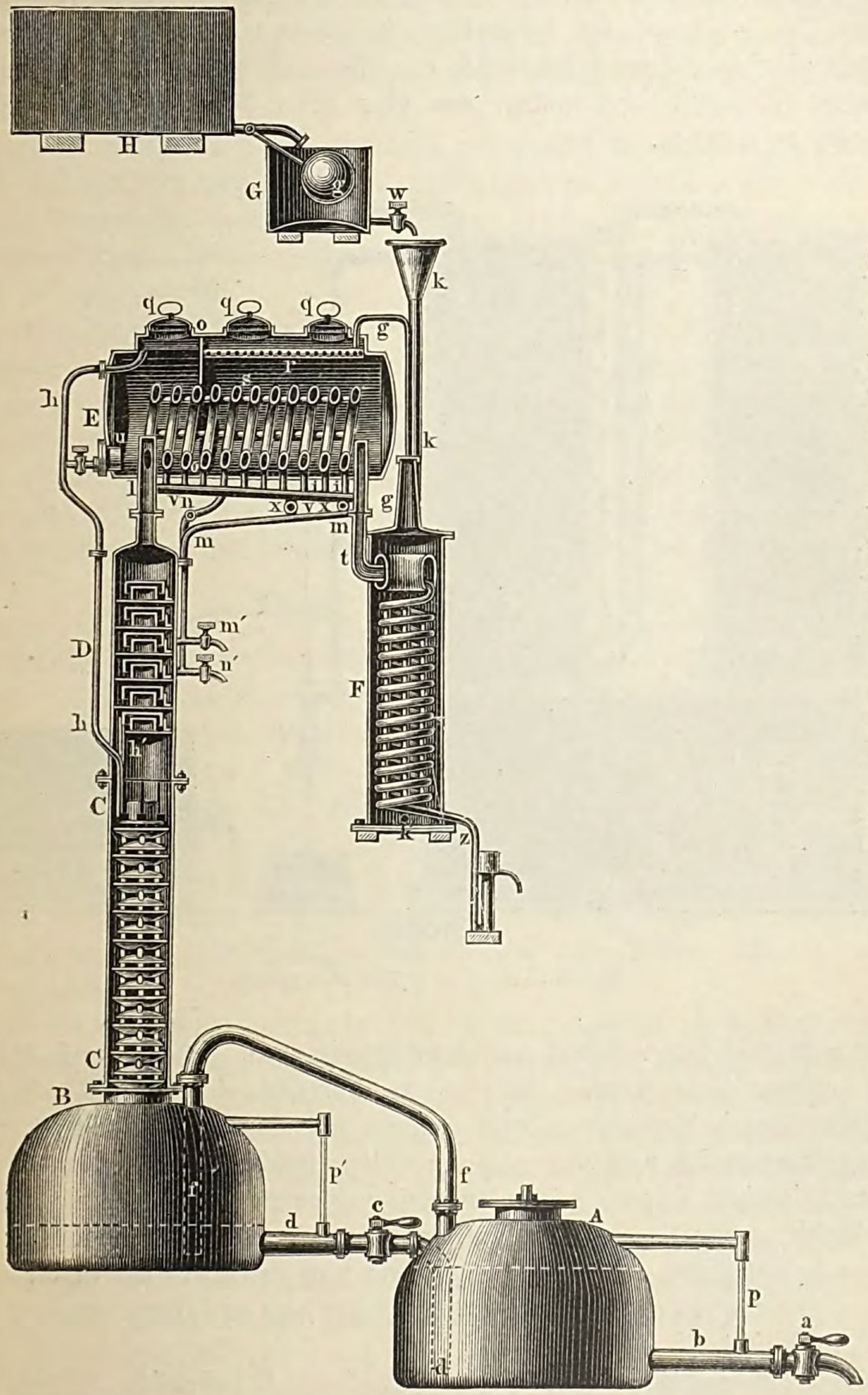


Fig. 186. Destillierapparat von **Cellier-Blumenthal**.

Nachdem man die **Schlempe** durch den Hahn a entfernt, läßt man, ohne die Destillation zu unterbrechen, durch den Hahn die Flüssigkeit von B nach A laufen, worauf sich B allmählich wieder füllt.

Im Innern der Destilliersäule sind 10 Paar Schalen angebracht, von denen jedesmal die untere von etwas größerem Durchmesser und mit der Wölbung nach abwärts gerichtet ist. In der Mitte besitzt letztere eine Oeffnung, durch welche die herabströmende Flüssigkeit auf die Oberfläche einer mit der Wölbung nach aufwärts gerichteten Schale gelangt, und so genötigt ist, sich in dünner Schicht auszubreiten. Ueber der obersten Schale befindet sich ein kleiner Behälter, in welchem die zu destillierende Flüssigkeit sich sammelt, um über dessen Ränder sich gleichmäßig auf die Schalen zu ergießen.

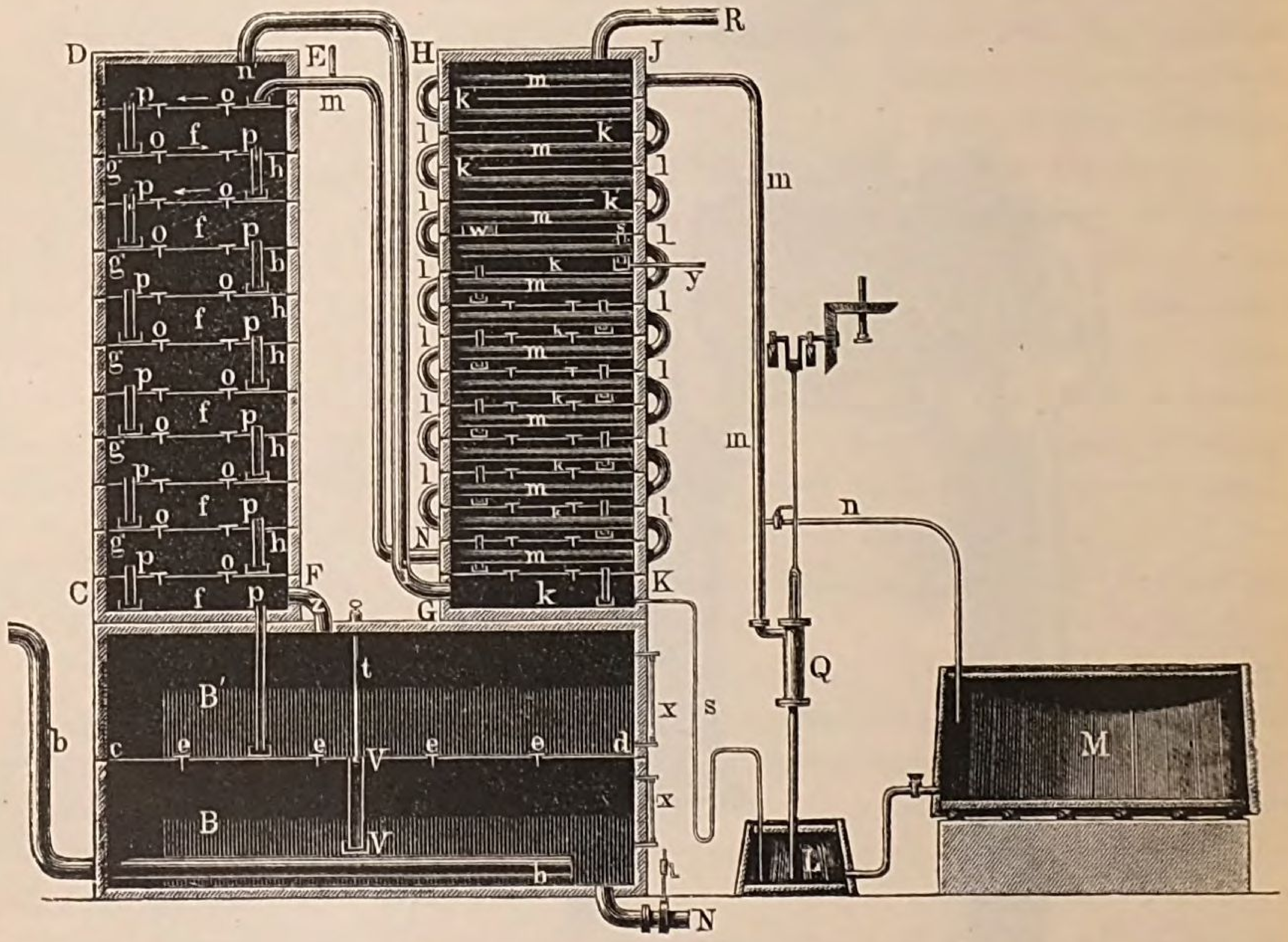


Fig. 187. Coffeys Destillierapparat.

Der Rektifikator besteht aus sechs Abteilungen, welche durch Querwände gebildet werden. Jede derselben steht mit der darüber befindlichen Abteilung durch einen Rohrstutzen in Verbindung, über welchem eine Kappe angebracht ist. In jeder Abteilung sammelt sich nach und nach ein Lutter, welcher durch die aus den Rohrstutzen aufsteigenden Dämpfe wieder teilweise verdampft wird, während andererseits die Flüssigkeit, wenn sie die Höhe der Rohrstutzen erreicht hat, von Abteilung zu Abteilung herunterfällt, und zuletzt aus dem untersten Behälter in die Säule C gelangt. Entsprechend den sechs Abteilungen werden die von C herkommenden Dämpfe sechsmal rektifiziert.

Als Dephlegmator dient das im Vorwärmer E befindliche Schlangenrohr s. An der tiefsten Stelle einer jeden Windung dieses Schlangenrohres ist ein Rohr i angebracht, durch welches das in denselben sich bildende Phlegma nach den Röhren n und m, und durch letzteres in die oberen Abteilungen des Rektifikators zurückgeleitet wird.

Die Veränderungen, welche Derosne an dem in der Zeichnung dargestellten Apparate von Cellier-Blumenthal vorgenommen und welche sich nicht einmal als wesentliche Verbesserungen erweisen, da sie dem Prinzipe der kontinuierlichen Destillation entgegen sind, beschränken sich, nach Märckers Handbuch der Spiritusfabrikation, auf die Anwendung einer zweiten Blase. Derosne und Dubrunfaut verbesserten indessen später den Apparat durch Einführung einer zweckmäßigeren Destillationsvorrichtung u. a.

Nachdem der Franzose Saint Marc mit seinem Apparate der kontinuierlichen Destillation sehr nahe gekommen (1827), gelangte dieselbe in sehr vollkommener Weise zur Anwendung in Coffeys Destillierapparat, welcher 1832 in England patentiert, heutzutage noch in Großbritannien zur Herstellung von starkem Spiritus in Gebrauch ist.

Derselbe besteht (Fig. 187) aus dem Schlempekasten B', der Destillationssäule CDEF und der Rektifikationssäule GHJK. Der hölzerne Kasten ist durch eine siebartig durchlöcherte Kupferplatte in zwei Räume B und B' geteilt. In der Platte sind eine Reihe von Ventilen ee angebracht. VV ist ein Rohr, welches bis nahe an den Boden des Kastens reicht und in eine Kapsel mündet, welche ein Dampfventil bildet. Durch die Stange t kann das Rohr von oben geöffnet und geschlossen werden. xx sind Glasröhren, welche den Stand der Flüssigkeit im Kasten anzeigen.

Die Destillationssäule — aus Holz und von rechteckigem Querschnitt — wird durch Kupferplatten gh in 12 Abteilungen geteilt. Jede dieser Abteilungen bildet eine Blase. Die Kupferplatten sind siebartig durchlöchert. Sie sind mit Ventilen o, welche sich leicht unter dem Drucke der Dämpfe nach oben öffnen, und mit Ueberlaufröhren p versehen durch welche die Flüssigkeit von einem Siebboden auf den andern strömt. Der obere Teil einer jeden Röhre ragt 5 cm über die Platte hinaus, so daß letztere bis zu dieser Höhe mit Flüssigkeit bedeckt bleibt. Der untere Teil der Röhre taucht in eine flache Schale, die auf dem folgenden Siebboden ruht, so daß die Dämpfe ihren Weg nicht durch die Röhre nehmen können, sondern gezwungen sind, die Sieböffnungen und die auf den Böden ruhende Flüssigkeit zu durchdringen.

Die Rektifikationskolonne GHJK ist gleichfalls durch Kupferplatten in fünfzehn Kammern geteilt, von denen die zehn unteren den Rektifikator bilden, indem die Platten, wie in der Destillationskolonne, durchbohrt, und mit Ventilen versehen sind. Die fünf oberen Abteilungen, durch massive Platten gebildet, dienen zur Kondensation des fertigen Spiritus. Sie werden von den übrigen Abteilungen durch eine Platte getrennt, welche eine Oeffnung w für den Eintritt des Alkoholdampfes, und ein Rohr s zur Abführung des Kondensates besitzt. Das Rohr s mündet in eine tiefere Schale als die übrigen Röhren. Aus dieser fließt der fertige, aber noch heiße Spiritus durch ein Rohr y in einen Kühler, mit welchem außerdem die Rektifikationskolonne durch das Rohr R in Verbindung steht. Dieses Rohr gestattet den im Kondensator nicht verdichteten Dämpfen und Gasen den Abzug.

In jeder Kammer der Rektifikationskolonne liegt ein mehrfach U-förmig gebogenes Rohr (Fig. 188). Diese horizontalen Schlangenröhren kommunizieren durch die Verbindungsstücke l, und bilden so die Rohrleitung m. Dieselbe wird

durch die Pumpe Q aus dem Behälter M fortwährend mit der zu destillierenden Flüssigkeit gespeist. Dadurch wirkt das Rohr m in den oberen Abteilungen der Rektifikationskolonne als Kondensator, in den unteren als Dephlegmator, und im ganzen als Vorwärmer. Die vorgewärmte Flüssigkeit gelangt durch m in die oberste Abteilung der Destillationskolonne, und wird hier den in B entwickelten Dämpfen entgegengeführt. Diese bringen die in den einzelnen Abteilungen befindlichen Anteile der Maische ins Sieden, wobei die Dämpfe, auf jeder Abteilung einer alkoholreicheren, und oben der alkoholreichsten, frischen Flüssigkeit begegnend, an Alkoholgehalt zunehmen, während die Flüssigkeit auf der untersten Abteilung bereits entgeistet ankommt. Die Dämpfe von der oberen Kammer gelangen durch das Rohr i in den unteren Teil der Rektifikationskolonne, in welcher sie durch die an m bewirkte Dephlegmation und Rektifikation verstärkt werden, und als hochprozentiger, mindestens 80 prozentiger Spiritus aus dem Kühler gewonnen werden. Der in der Rektifikationskolonne sich bildende Lutter sammelt sich allmählich im unteren Teil desselben und wird zur Gewinnung des darin noch enthaltenen Alkohols durch das Rohr s nach dem Behälter L abgelassen, von wo er gemeinschaftlich mit der zu destillierenden Flüssigkeit durch das Rohr m der Destillation zugeführt wird.

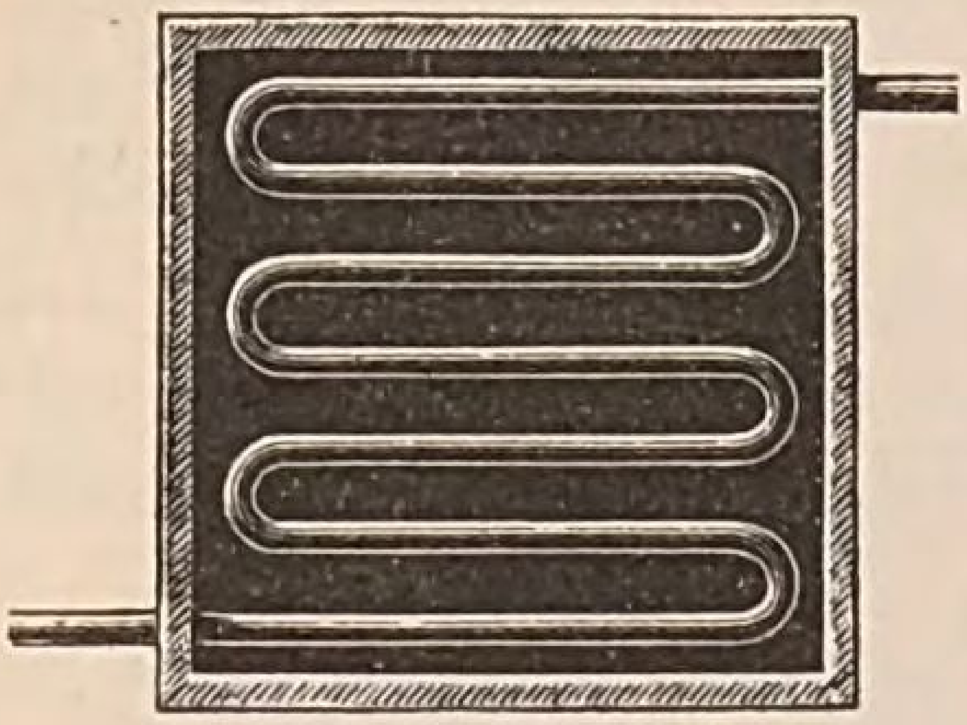


Fig. 188.
Coffeys Dephlegmation.

Die Schlempe sammelt sich in B' an. Ist die Abteilung gefüllt, so läßt man sie nach B ab durch Oeffnen des Ventils bei V. Ist auch diese Kammer gefüllt, so läßt man die Schlempe durch N abfließen.

So arbeitet der Apparat fort, so lange zu destillierende Flüssigkeit vorhanden ist.

Der Gang der Operation wird nach den Angaben eines Thermometers geleitet, welches vor der Einmündung des Rohres m in die Destillationssäule bei E angebracht ist.

Nach beendigter Destillation wird Wasser in den Apparat gepumpt zur Verdrängung der in den Röhren befindlichen Flüssigkeit, aus welcher der Alkohol bei einer neuen Operation gewonnen wird.

Das Prinzip der kontinuierlichen Destillation wurde zunächst in Frankreich weiter entwickelt durch die Apparate von Champonnois, Savalle u. a. Ein bemerkenswerter Fortschritt in der Entwicklung der kontinuierlichen Destillation geschah durch die von Savalle herrührende Erfindung eines Dampfregulators, wodurch der Betrieb der Destillation an Ruhe und Sicherheit gewann.

In Frankreich handelte es sich lediglich um die Destillation von Wein und vergorenen Rübensäften, also von dünnen Flüssigkeiten, während man in Deutschland Dickmaischen aus Kartoffeln herstellte. Zur Destillation dieser Maischen konnte man die französischen Apparate nicht ohne weiteres verwenden, da sie, für dünne Maischen gebaut, sich verstopften. Durch zweckentsprechende Aenderungen gelang es jedoch, die bewährten französischen und englischen Konstruktionen für die Destillation deutscher Dickmaischen anzupassen. Die ersten derartigen Versuche wurden, nach Märcker, von dem Kupferschmiedemeister Krause in Halberstadt ausgeführt.

Der deutsche kontinuierliche Destillier- oder Kolonnenapparat. (Fig. 189) zeigt den deutschen Kolonnenapparat in seiner einfachsten Form (von Gebr. Bohm-Fredersdorf gefertigt).

Der Apparat besteht aus: der Destilliersäule A,
der Rektifiziersäule B,
dem Dephlegmator mit dem Vorwärmer C,
und dem Kühler D.

Die Maischdestilliersäule A besteht aus 12 Kammern, welche einerseits durch Ueberfallröhren miteinander in Verbindung stehen, andererseits in der Mitte durchbrochen sind für den Durchzug der Dämpfe. Jede Kammer spielt die Rolle einer Blase, in welcher die Maische durch die aus der darunterliegenden Kammer entwickelten Dämpfe ausgekocht wird. In der untersten Kammer befindet sich ein ringförmig gebogenes siebartig durchlöchertes Dampfrohr b, durch welches die zur Destillation erforderliche Wärme in Form von Retourdampf oder direktem Dampf zugeführt wird.

Die vergorene Maische gelangt zunächst durch das Rohr s in den Vorwärmer und aus diesem durch s, in die oberste Kammer der Maischdestilliersäule, breitet sich auf dem Boden der Kammer aus und erfüllt dieselbe bis zum oberen Rande des Ueberfallrohres. Durch das Nachströmende zum Ueberlaufen gebracht, gelangt sie in die zweite Kammer, das Ueberfallrohr, welches mit seinem unteren Rande stets unter das Niveau der Maische in der nächsten Kammer reicht, verschließend, und so von Kammer zu Kammer bis zum Schlempeabfluß E. In letzterem befindet sich eine große Hohlkugel, welche als Schwimmer wirkend, mit einem Ventil in Verbindung steht, welches sie öffnet, wenn die Schlempe eine gewisse Höhe erreicht hat.

Der in die unterste Kammer eingeführte Dampf steigt durch den Rohrstutzen im Boden der nächsten Kammer in die Höhe, den Inhalt derselben auskochend. Dieses wird dadurch erreicht, daß über dem Rohrstutzen einer jeden Kammer eine Kappe angebracht ist, durch welche die aufsteigenden Dämpfe gezwungen werden, ihren Weg durch die Maische zu nehmen. Der Dampf, welcher von Kammer zu Kammer einer alkoholreicheren und in der obersten Kammer frischer Maische begegnet, sättigt sich immer mehr mit Alkohol, während die heruntersinkende Maische entgeistet wird und in der untersten Kammer den Apparat als Schlempe verläßt.

In der Rektifiziersäule B findet dann eine weitere Verstärkung der aus der Maischdestilliersäule kommenden Alkoholdämpfe statt. Dieselbe besteht aus 15 Kammern mit siebartig durchlöcherten Böden und Ueberfallröhren.

Die rektifizierten Dämpfe gelangen in den Dephlegmator C und zwar in den Zwischenraum, welcher durch zwei ungleich weite übereinandergeschobene Zylinder gebildet ist; in diesem Zwischenraum verläuft das spiralförmig gewundene Rohr s, in welchem die Maische durch die heißen Alkoholdämpfe vorgewärmt wird. Die beiden Zylinder sind in einem Wassergefäß angebracht, so daß ihre äußeren Wandungen von Kühlwasser umspült werden. Hierdurch und an dem durch die Maische gekühlten Schlangenrohre wird eine ausgiebige Dephlegmation der Alkoholdämpfe erreicht.

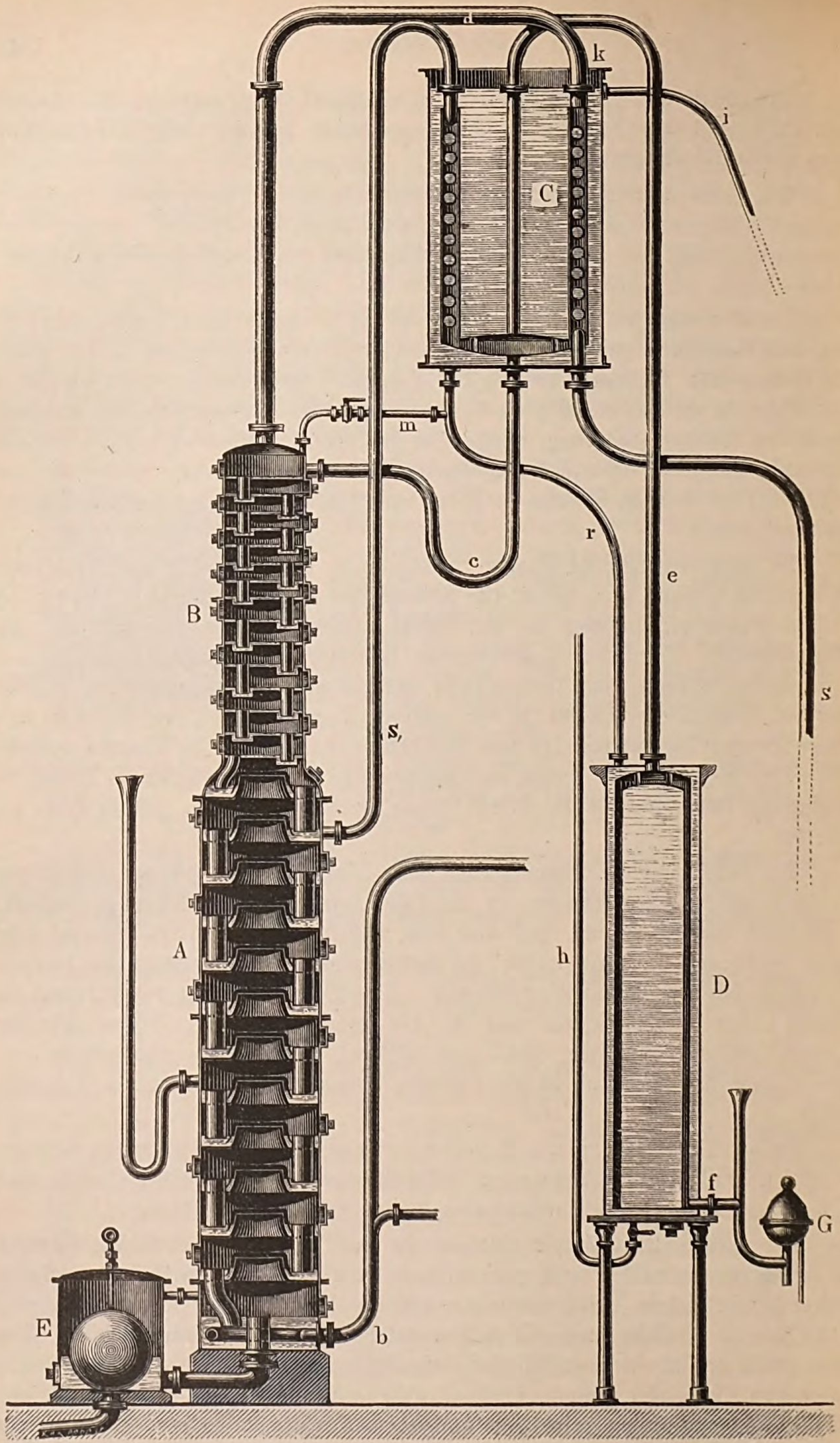


Fig. 189. Deutscher kontinuirlicher Destillationsapparat.

Die so verstärkten Alkoholdämpfe werden durch e dem Kühler zugeführt und verlassen in demselben kondensiert den Apparat durch den Spiritusablauf G.

Das in C entstandene Phlegma fließt durch c in die oberste Kammer der Rektifikationssäule und wird in derselben von neuem ausgekocht.

Das Kühlwasser fließt zunächst durch das Rohr h in den Spirituskühler und aus diesem durch r nach dem Kondensator, aus welchem es mit hoher Temperatur bei i wieder austritt. Durch das Rohr m, welches von der Leitung r abzweigt, kann man zum Zwecke der Reinigung Wasser durch die Kammern der Rektifizier- und Destillierkolonne strömen lassen.

Aus Fig. 190 ist die Einrichtung des Spiritusablaufes ersichtlich. Bei a tritt der Spiritus, vom Kühler kommend, ein, steigt im Rohre d auf und läuft bei e über und aus dem mit einer Glasglocke f überdeckten Becken durch das Rohr c ab. Bei e schwimmt zur Kontrole der Stärke des ablaufenden Destillates ein Alkoholometer. b ist ein Sicherheitsrohr, durch welches die mitgerissenen Gase entweichen.

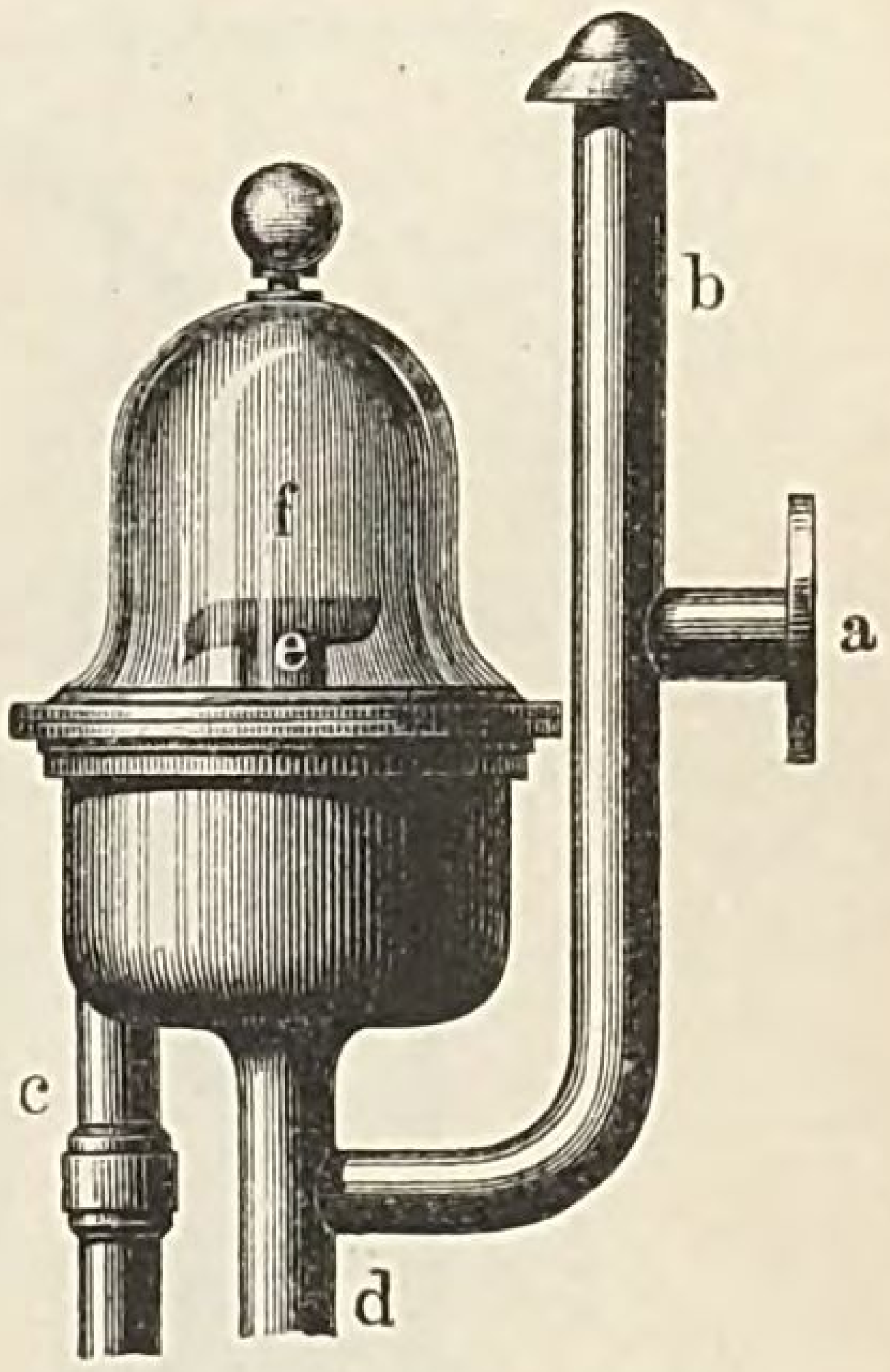


Fig. 190. Spiritusablauf.

Bei dem soeben beschriebenen Destillierapparate ist die Rektifiziersäule auf die Destilliersäule gestellt. Bei Apparaten für größere Verhältnisse wäre diese Anordnung wegen der allzu beträchtlichen Höhe, welche der Apparat dadurch erhalten würde, unzweckmäßig. Man stellt deshalb in diesem Falle Destillier- und Rektifiziersäule in gleicher Höhe nebeneinander, wie dies Fig. 191 zeigt.

Von kontinuierlichen Destillierapparaten giebt es eine große Anzahl vortrefflicher Konstruktionen. Nicht wenige derselben sind in Märckers wiederholt zitiertem Handbuche der Spiritusfabrikation in der 4. und 5. Auflage beschrieben, auf welche hiermit verwiesen wird.

Die Destillierapparate hat man früher fast ausschließlich aus Kupfer gebaut. Es ist das auch unstreitig das geeignetste Material dazu. Neuerdings verwendet man vielfach Gußeisen, welches sich gleichfalls sehr gut bewährt hat.

Die Ilgesschen Destillierapparate. Die Ilgesschen Apparate gehören zu den bedeutendsten Erscheinungen auf dem Gebiete des Apparatenbaues. Ihrer Konstruktion liegt das Bestreben zu Grunde, die Destillation durch die Anbringung zweckmäßiger Reguliervorrichtungen für den Zutritt der Maische und des Dampfes wie für die Entfernungen der Schlempe zu einer sehr gleichmäßigen und leichten zu gestalten und die Gewinnung eines reineren Spiritus als bisher zu ermöglichen.

Der Ilgessche Universal-Maischdestillierapparat. Die Konstruktion dieses Apparates (Fig. 192) ist eine durchaus originelle, von der in Fig. 190 abgebildeten gänzlich verschiedene.

Während dort die Maischdestilliersäule aus einzelnen Kammern besteht, in welchen die Maische beim Herabsinken durch die Ueberfallrohre in dünner

Schicht sich ausbreitet, sind bei der Ilgesschen Destilliersäule keine abgegrenzten Kammern vorhanden, sondern es sind abwechselnd von der Achse der Säule und von der Wandung ausgehend, Teller angebracht, über welche die Maische herunterläuft, so daß sie den Raum eigentlich in zusammenhängender nur durch die Teller unterbrochener Schicht erfüllt.

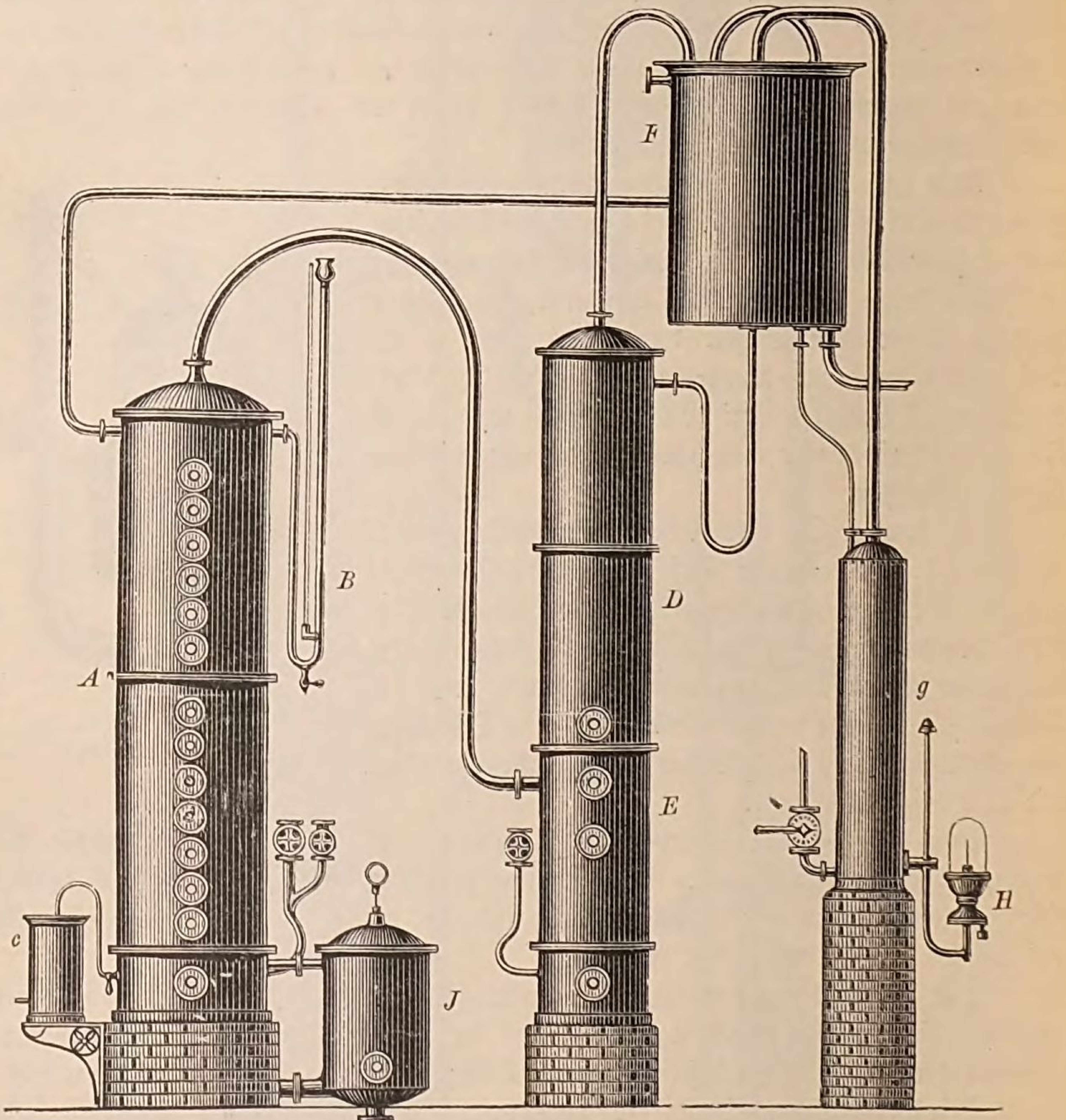


Fig. 191. Paulmanns zweiteiliger Kolonnenapparat. A Maischkolonne. D Rektifizierkolonne. E Lutterkolonne. F Dephlegmator. G Kühler. H Spiritusablauf.

Die Maische gelangt aus einem hochgelegenen Maischbehälter zunächst in den Maischzuflußregulator und aus diesem durch ein Trichterrohr in kontinuierlichem reguliertem Strahle in die Maischdestilliersäule. Der aus dem Dampfregulator exzentrisch einströmende Dampf versetzt die herabsinkende Maische in lebhafte hin- und hergehende Bewegung, wodurch die Oberfläche derselben eine fortwährende Veränderung erleidet und ein sehr wirksames Auskochen der Maische stattfindet. Dies wird erreicht durch die Anordnung und Einrichtung der obenerwähnten Teller (Fig. 193). Dieselben haben nämlich abwechselnd in entgegengesetztem Sinne

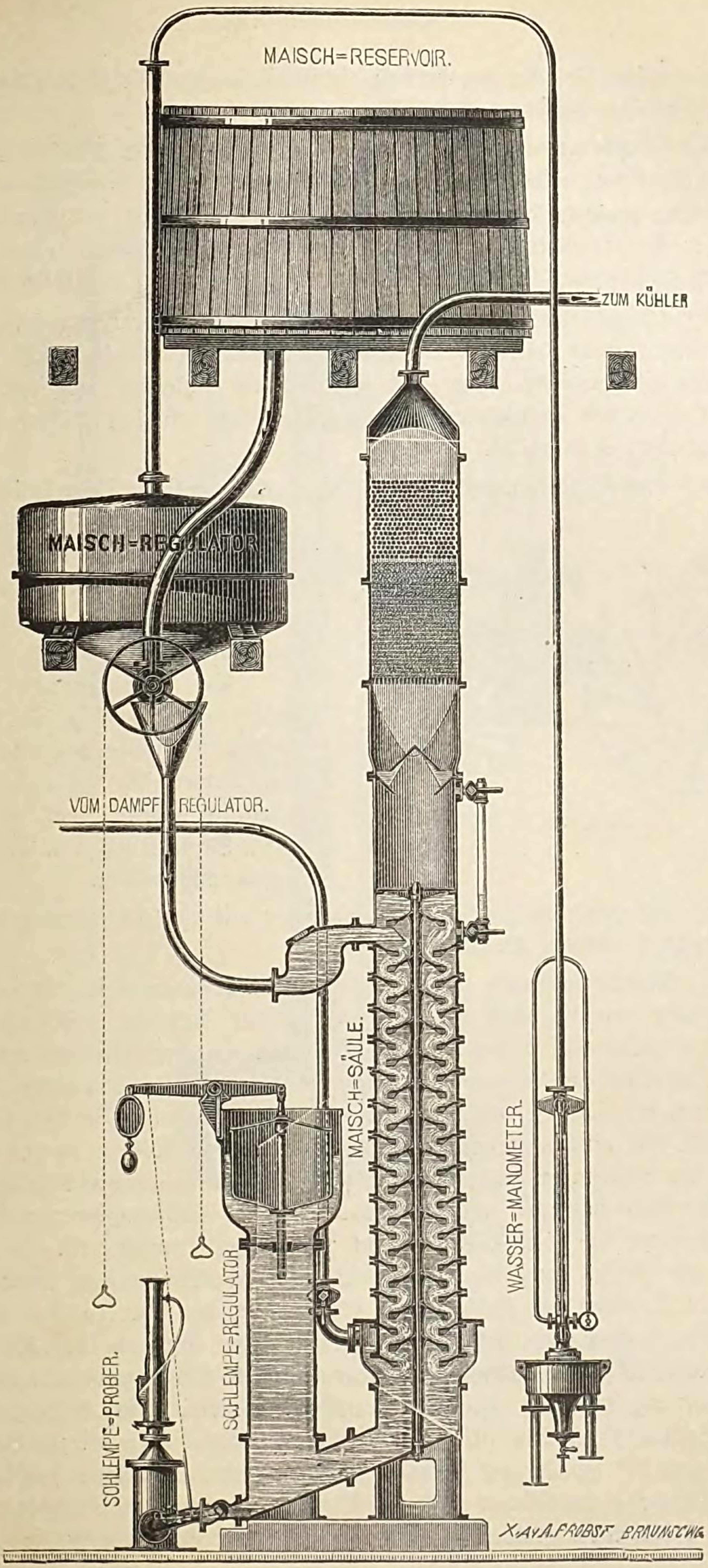


Fig. 192. Ilges Universal-Maischdestillierapparat.

exzentrisch aufgesetzte Rippen, so daß die Maische einmal eine Rechtsdrehung und gleich darauf eine Linksdrehung erfährt.

Der Schlempeabfluß geschieht durch ein mit der Maischsäule kommunizierendes Rohr und wird durch einen Schwimmer, welcher den Schlempeabflußhahn öffnet, derart geregelt, daß gerade so viel Schlempe abläuft als Maische zuströmt.

Der Rektifikator besteht aus einem viereckigen durch einen Rost abgeschlossenen gußeisernen Kasten, welcher mit Porzellankugeln angefüllt ist.

Der Dephlegmator, ebenfalls ein viereckiger, gerader gußeiserner Kasten, enthält eine Anzahl horizontal liegender Kupferrohre, durch welche vom Kühler kommendes Wasser fließt. Um das sich bildende Phlegma möglichst gleichmäßig auf die Kugeln des Rektifikators zu verteilen, sind an den Röhren Kupferdrähte oder Blechscheiben angelötet.

Aus dem Dephlegmator gelangen die hochprozentigen Dämpfe in den Kühler.

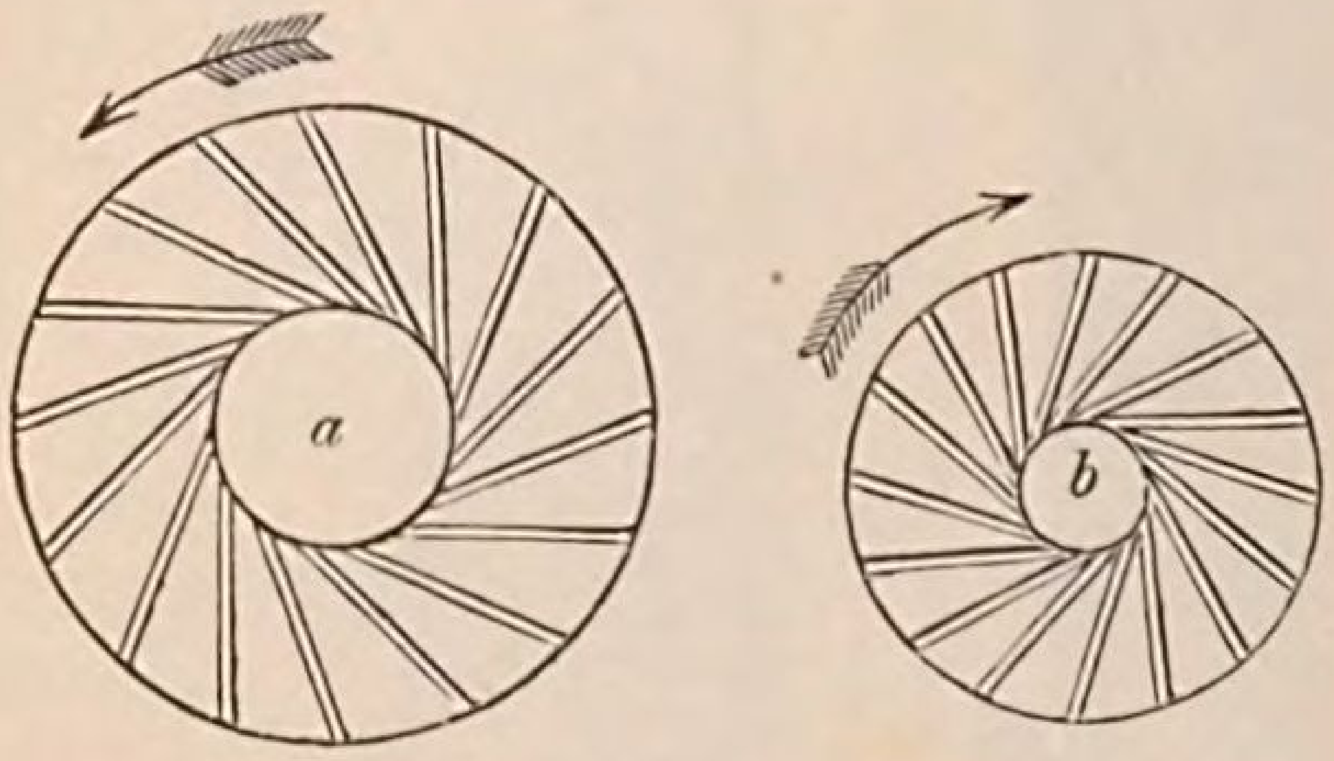


Fig. 193.

Die Ilgessche Destilliersäule besitzt den großen Vorzug, daß Verstopfungen, wie sie bei den Apparaten mit getrennten Kammern gelegentlich vorkommen können, völlig ausgeschlossen sind.

Der Dampfregulator wurde zuerst von Ilges in Deutschland eingeführt. Derselbe unterscheidet sich von dem älteren Savalleschen Regulator wesentlich dadurch, daß er eine gleichzeitige Regulierung von Maschinen- und Kesseldampf zuläßt.

Fig. 194 zeigt den Ilgesschen Regulator mit dem in etwas größerem Maßstabe herausgezeichneten Regulierventil.

Die Maschinendämpfe treten durch den Rohrstutzen d in die hohle Säule f und gelangen von da durch das Rohr e in den Apparat, während die Kesseldämpfe den gleichen Weg durch den Rohrstutzen b am Regulierventil nehmen müssen und nur insoweit zur Verwendung gelangen, als der Maschinendampf unzureichend ist. Indem die Dämpfe, welche f und e erfüllen, auf das in dem Gefäße h befindliche Wasser drücken, pressen sie dasselbe durch das Rohr g in das Gefäß i, in welchem ein Schwimmer angebracht ist. Der mit steigendem und fallendem Drucke und Wasserstand sich auf- und abwärts bewegende Schwimmer wirkt durch eine Hebelübersetzung auf den Kolben k im Dampfregulierungsventil. Dieser Kolben ist hohl und besitzt ungefähr in der Mitte zwei Oeffnungen, welcher bei entsprechender Stellung des Kolbens die Verbindung des Innern des Kolbens mit den Röhren b und c herstellen. Bei der höchsten Stellung des Kolbens, wenn also zu wenig Maschinendampf vorhanden ist, stellt die Durchbrechung des Kolbens die Verbindung mit dem direkten Dampf zuführenden Rohre b her, wie das in der Zeichnung dargestellt ist. Bei tiefster Stellung, also bei zu hohem Drucke kommuniziert das Innere des Kolbens mit dem Rohre c, welches den überschüssigen Dampf ins Freie entweichen läßt. Ist gerade ausreichend Maschinendampf vorhanden, so sperrt der Kolben bei einer mittleren Stellung die Rohre b und c ab.

In dem Gefäße h befindet sich ein Ueberlaufrohr m, welches das im Regulator sich kondensierende Wasser durch das zylindrisch verschlossene Gefäß n einem Steigrohre o zuführt, dasselbe hat eine solche Höhe, daß die darin befindliche Wassersäule dem im Regulator herrschenden Drucke das Gleichgewicht hält.

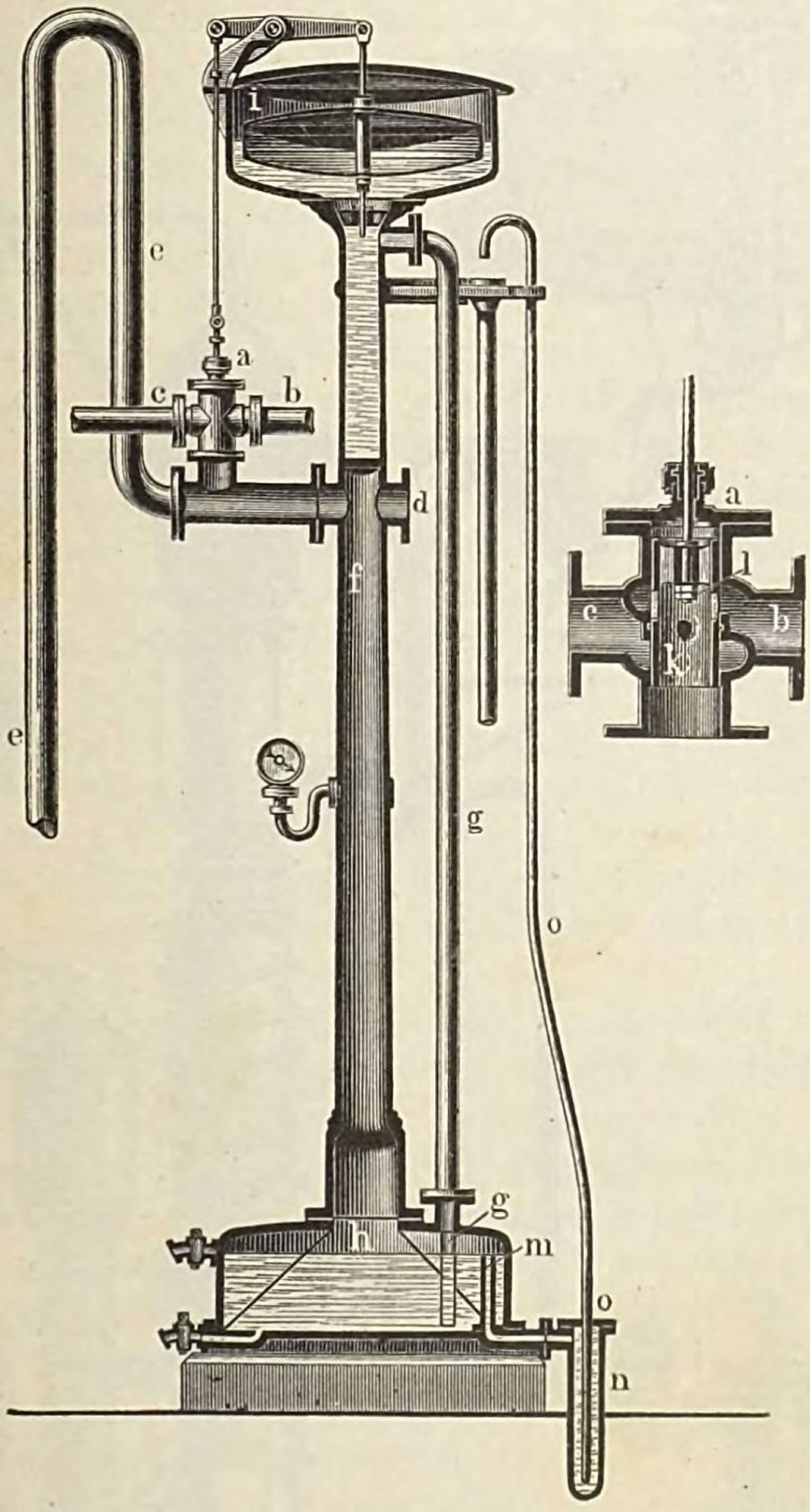


Fig. 194. Ilges Dampfregulator.

Der Ilgessche Automat. Derselbe ist durch Vereinfachung und Verbesserung aus dem Universal-Maischdestillierapparat hervorgegangen und gestattet einen ganz selbstständigen und gleichmäßigen Betrieb. Während der Maischregulator G eine bestimmte, immer gleiche Menge Maische in die Maischsäule AB entsendet und der Schlempe-Regulator C mit größter Genauigkeit die entsprechende Menge alkoholfreier Schlempe entläßt, liefert der Dampfregulator H die genau passende Menge Wasserdampf, so daß mit Hülfe einer entsprechenden Menge

des durch den Kühler E und den Dephlegmator D laufenden Kühlwassers eine bestimmte Stärke des abfließenden Spiritus hervorgebracht werden kann.

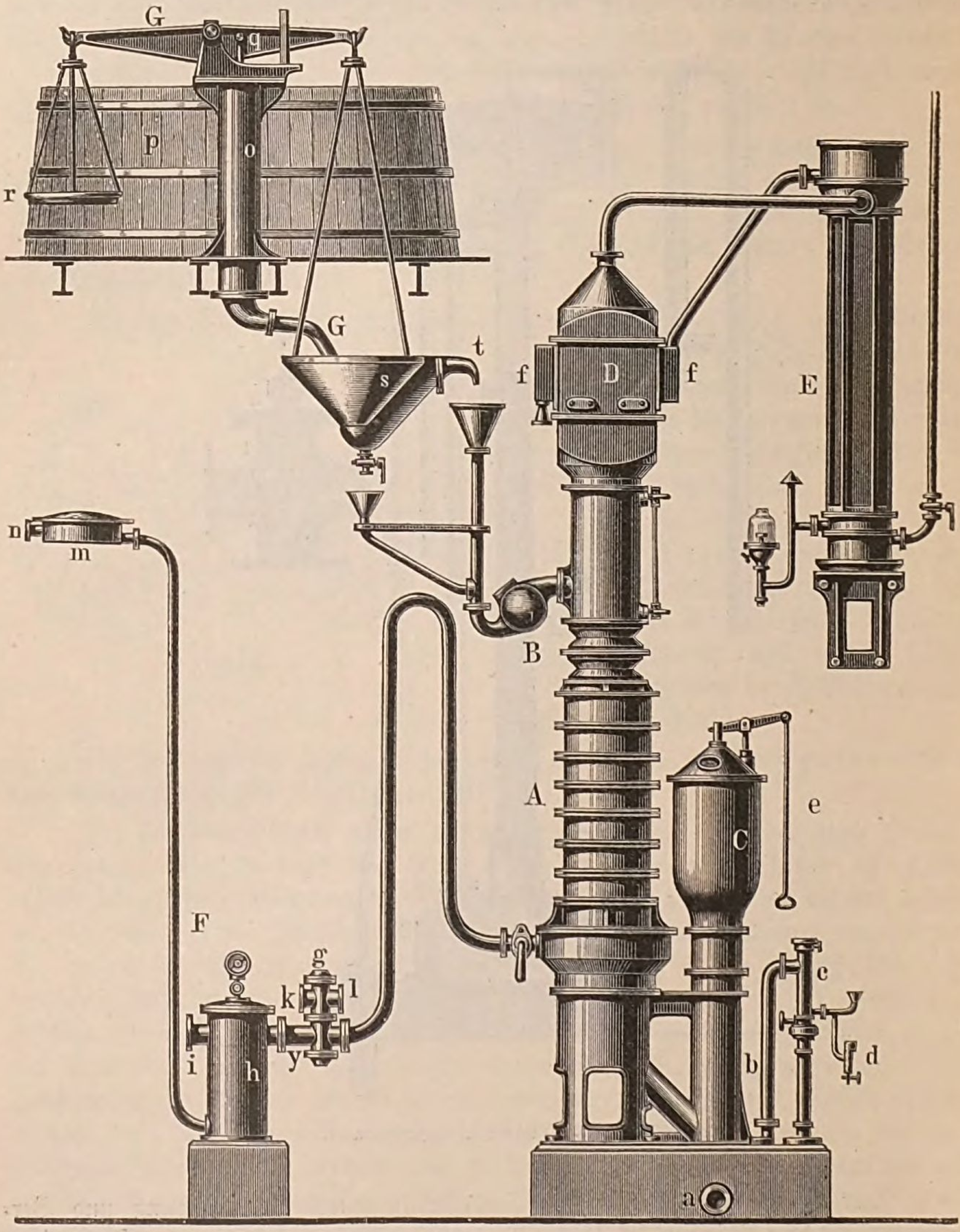


Fig. 195. Ilges einteiliger Automat.

Der Automat wird in einteiliger Bauart oder in zweiteiliger mit besonderer Luttersäule ausgeführt.

Fig. 195 zeigt den einteiligen Automat.

G ist ein neuer Maischregulator, bestehend aus einer kräftigen Balkenwage, deren Gewichtsschale r man in bestimmtem Maße zu belasten hat, um aus der Maischeschale einen Maischestrahl von bestimmter gleichmäßiger Größe in den Apparat überlaufen zu lassen. Die Bewegungen des Wagebalkens stellen ein Ventil in dem mit dem Maischbehälter p kommunizierenden Gießrohre o derart ein, daß bei der Abwärtsbewegung der Gewichtsschale immer mehr Maische aus dem Behälter in die Maischschale fließt, und umgekehrt. So füllt sich durch größere Belastung der Gewichtsschale die Maischschale höher an und entläßt durch ihre höher gefüllte Ueberlaufschnauze einen größeren Strahl Maische. Das Spiel der Wage ist bei gleichbleibender Belastung mit bloßem Auge kaum erkennbar.

Eine Kontrolvorrichtung an der Ueberlaufschnauze der Maischeschale zeigt an, wie verschwindend klein die Unterschiede in den ausfließenden Mengen sind. Der in das Trichterrohr einfallende gleichmäßige Maischestrahl tritt in die Destilliersäule ein und sinkt durch B und A nach dem hiermit kommunizierenden Schlempe-Regulator C und tritt hier am untersten Punkt als Schlempe aus durch ein Ventil, welches von einem im oberen Teile von C befindlichen Schwimmer eingestellt wird. Die aus der austretenden Schlempe sich entwickelnden Dämpfe gelangen in den kleinen Kühler c und liefern ein Destillat, welches in einem Sammelgefäßchen durch ein empfindliches Alkoholometer auf Abwesenheit von Alkohol geprüft wird.

A ist die alte Destilliersäule, B eine neue Vorrichtung zur Dampfersparenden Dephlegmation der Dämpfe an der kalt einfließenden Maische, D ein Dephlegmator mit wagrechten Kühlröhren und Porzellankugeln in neuer vereinfachter Anordnung. Die Kühlrohre, sowohl die wagrechten des Dephlegmators, wie die senkrechten des Kühlers liegen mit ihren Mündungen derart frei, daß man dieselben jederzeit während des Betriebes mittels einer Bürste durchstoßen und von Wasserstein freihalten kann.

Die zur Destillation des gleichmäßigen Maischestrahls erforderliche Menge Wasserdampf liefert der Dampfregulator h, welcher alle regulierenden Teile, die früher von außen nach innen wirkten, in seinem Innern birgt und hierdurch eine Erleichterung seiner Arbeit erfahren hat. Zugleich wurde der Apparat kompendiöser.

Der gleichmäßig regulierte Dampfstrahl durchströmt hintereinander die Maischdestilliersäule A und deren oberen Teil B, tritt als schon ziemlich kräftiger Alkoholdampf in den Dephlegmator D und als fertiges Produkt in den Kühler E ein. Nach Angabe des Erfinders gebrauchen die Dämpfe, im Zickzack laufend und dabei tausende von Prozessen durchmachend, vom Eintritte in den Apparat bis in den Kühler kaum 20 Sekunden.

Der Ilgessche zweiteilige Automat (Fig. 196) dient zur Herstellung von hochgrädigem und gereinigtem Spiritus unmittelbar aus der Maische.

Der zweiteilige Apparat unterscheidet sich von dem oben beschriebenen wesentlich dadurch, daß die Rektifikationssäule, bestehend aus der Luttersäule H und den Dephlegmatoren D, neben die Destilliersäule gestellt ist. Die Reguliervorrichtungen sind die gleichen wie beim einteiligen Apparat.

Zur Reinigung des Spiritus und zur Erzielung eines möglichst fuselfreien Destillates befindet sich zwischen der Luttersäule und dem Dephlegmator ein Fuselöl-Abscheider J eingeschaltet. Derselbe besteht im wesentlichen aus zwei vertikalen, unter einander kommunizierenden Kammern. Der aus dem Dephlegmator sich in

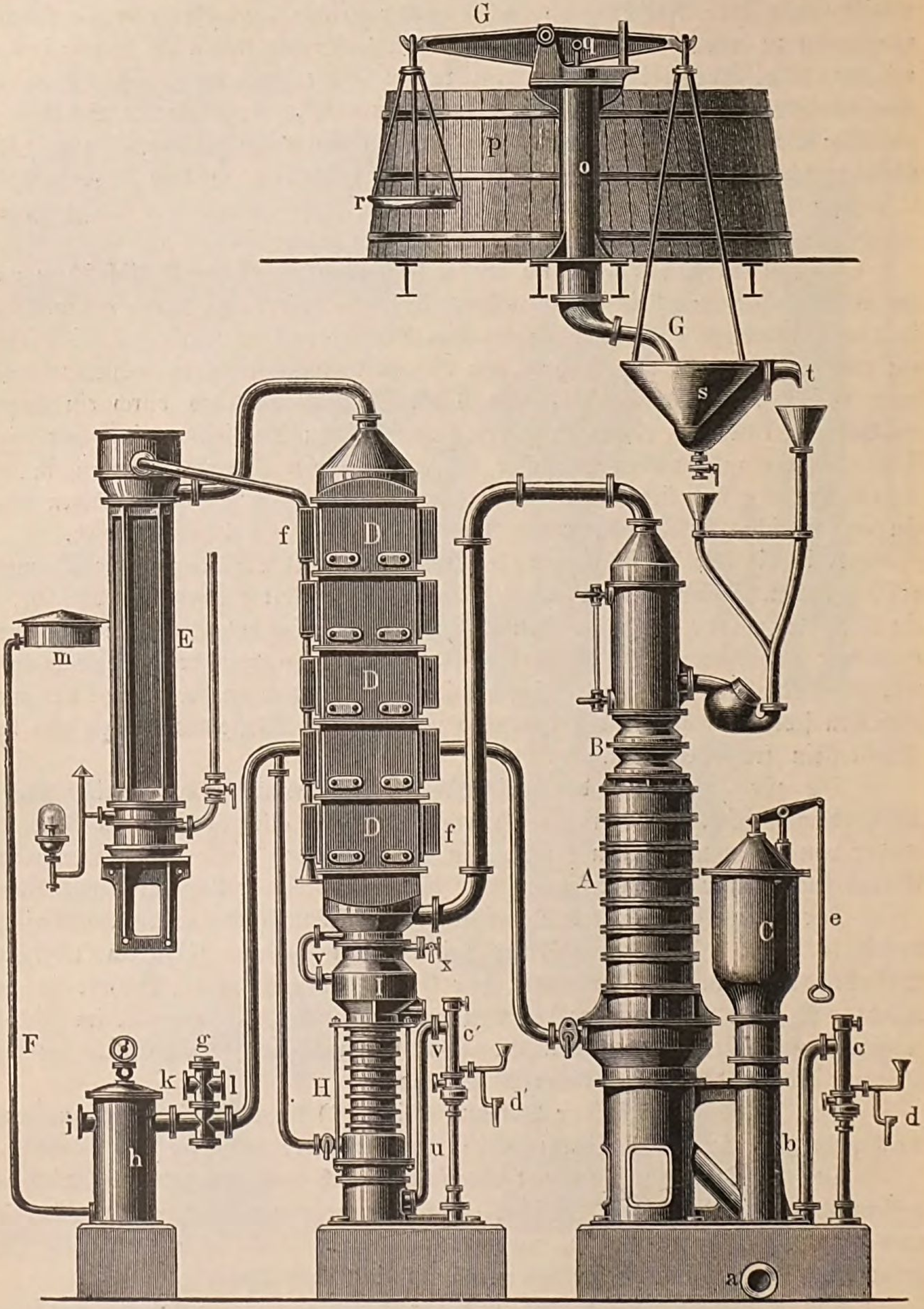


Fig. 196. Ilges zweiteiliger Automat.

dem oberen Teile des Abscheiders sammelnde Lutter läuft durch die Röhre v in die äußere Kammer und von dieser aufsteigend in die innere. In der äußeren Kammer verteilt und beruhigt sich der von v kommende Strom, wodurch das Fuselöl, welches in dem Lutter nicht gelöst, sondern nur fein verteilt vorhanden ist, sich zu größeren Tropfen vereinigt; diese steigen in die Höhe und bilden eine auf dem Lutter schwimmende Fuselschicht, welche durch H kontinuierlich abfließt oder zeitweise abgezogen werden kann, während der entfuselte Lutter in die innere ringförmige Kammer übertritt und von dieser in die Luttersäule, wo er von seinem Alkoholgehalt völlig befreit wird.

Das abgeschiedene Fuselöl kann als Beleuchtungsmaterial verwendet werden.

Die Wirkung des Apparates ist nach einem Berichte von Dr. Hayduck (Z. f. Spiritus-Industrie 1890, 352) eine vorzügliche. Der Apparat arbeitet vollkommen automatisch und bedarf, richtig in Gang gesetzt, keiner weiteren Bedienung. Der Sprit, welcher gezogen wird, ist von vorzüglicher Beschaffenheit. Er lief bei dem Apparate, welchen Dr. Hayduck untersuchte, mit 95,5 Vol.-pCt. Bei der Analyse nach Röse ergab sich gänzliche Abwesenheit von Fuselöl. Das Problem, Feinsprit direkt aus der Maische zu ziehen, erscheint demnach gelöst.

Die von Hayduck mitgeteilten günstigen Ergebnisse beziehen sich auf die Destillation von Kornmaischen. Bei Kartoffelmaischen dürften sich dieselben kaum weniger günstig gestalten.

Vom Destillierapparate gelangt der Alkohol entweder direkt oder durch einen Alkoholmesser in die Sammelgefäße.

Wo kein Meßapparat zur Anwendung kommt, sind gesetzlich die geschlossenen Branntweinsammelgefäße in einem allseitig geschlossenen, genügend einbruchsicheren, unter Mitverschluß der Steuerverwaltung zu haltenden Raume aufzustellen.

Die Zahl und Größe der meist aus Walzeisenblech gefertigten Sammelgefäße ist so zu bemessen, daß sie in der Regel die acht- bis zehntägige, höchstens aber die vierzehntägige Branntweinausbeute der Brennerei bei vollem Betriebe nach Maßgabe der vorhandenen Betriebseinrichtung aufnehmen können.

In Brennereien, wo die Einrichtung besonderer, unter sicherem steuerlichem Mitverschlusse stehender Räume zur Aufstellung von Sammelgefäßen nicht oder nur mit unverhältnismäßigen Kosten möglich ist oder wo aus sonstigen Gründen die Aufstellung von Meßapparaten den Vorzug vor derjenigen von Sammelgefäßen verdient, sind an Stelle der Sammelgefäße zur Feststellung des aus der Maische gewonnenen Spiritus nach Menge und Stärke seitens der Steuerbehörde geeignete Siemenssche Meßapparate — Alkoholmesser oder Probenehmer — aufzustellen.

Der Siemenssche Alkoholmesser (Vgl. S. 5) hat die Aufgabe, das Volumen des in einer Brennerei erzeugten Branntweins (Spiritus) und zugleich die Menge des in demselben enthaltenen reinen Alkohols zu messen. Der ersten Aufgabe dient eine rotierende Meßtrommel, deren drei Kammern sich nacheinander füllen und entleeren und deren Umdrehungen auf ein Zählwerk übertragen werden. Zur Ermittelung der Spiritusstärke dient ein Schwimmkörper, welcher an einer horizontalen Blattfeder hängt und in einen mit zufließendem Branntwein gefüllten Behälter taucht. Der Schwimmer ver-

ändert in Flüssigkeiten von verschiedener Dichte sein Gewicht und damit die Stellung der Feder. Diese Aenderungen werden auf einen Fühlhebel und sodann durch Vermittelung einer Registriervorrichtung auf ein zweites Zählwerk übertragen.

Die Alkoholmesser finden in der Regel nur in solchen Brennereien Verwendung, welche durch einmalige Destillation der Maische sofort Branntwein von wenigstens 40 pCt. durchschnittlichen Alkoholgehaltes erzeugen.

Der Probenehmer hat den Zweck, das Volumen des in einer Brennerei erzeugten Branntweins zu messen, sowie fortlaufend Proben desselben abzusondern und in einem nur der Steuerbehörde zugänglichen Kasten anzusammeln. Die Messung des Volumens geschieht auch hier durch eine rotierende Meßtrommel mit drei Kammern. Die Vorrichtung zur Proben-Entnahme ist an der Trommel angebracht. Der Sammelkasten für die Proben liegt im Innern des die Trommel umgebenden Gehäuses; er kann aber ohne Oeffnung des letzteren entleert werden.

Die Probenehmer finden in solchen Brennereien Verwendung, welche Branntweine von weniger als 40 pCt. durchschnittlichen Alkoholgehalts erzeugen, in anderen Brennereien nur dann, wenn der geringe Umfang des Betriebes oder etwaige besondere Betriebsumstände der Aufstellung eines Alkoholmessers entgegenstehen.

Ueber die Einrichtung, Aufstellung und Behandlung der Siemensschen Alkoholmesser siehe Anlage C und D (zu den vorläufigen Bestimmungen der Reichsgesetze, betreffend die Besteuerung des Branntweins), welche als besondere Schrift erschienen sind, Berlin, Carl Heymanns Verlag 1888; ferner Schlößer, Siemenssche Meßapparate, Verlag von Paul Parey, Berlin.

Die Schlempe.

Die nach der Destillation zurückbleibende entgeistete Maische heißt Schlempe.

Die Schlempe enthält außer den vergorenen Kohlenhydraten alle Bestandteile der Maische, als: die Mineralstoffe, stickstoffhaltigen Stoffe, Fette und stickstofffreien Extraktstoffe. Diese Stoffe stempeln die Schlempe zu einem geschätzten Futtermittel.

Je nach der Art und Beschaffenheit des Maischmaterials und der Konzentration der Maischen ist der Wert der Schlempe allerdings ein sehr verschiedener. So sind die Mais- und die Roggenschlempe wertvoller als die Kartoffelschlempe.

Zusammensetzung der Kartoffelschlempe:

	Wasser	Mineralstoffe	stickstoffh. Stoffe	Rohfaser	stickstofffreie Stoffe	Fett
Min.	92,0	0,4	0,8	0,5	1,13	0,14
Max.	96,2	0,8	1,9	1,4	2,63	0,23
Mittel	95,0	0,5	1,3	0,9	2,17	0,10
			der Maisschlempe:			
Min.	89,0	—	1,9	0,6	3,8	0,18
Max.	92,2	—	2,0	1,3	6,0	1,2
Mittel	90,6	0,5	2,0	1,0	4,9	1,0

Nach Märcker berechnet sich die Schlempemenge für 100 l Maischraum

auf 108 l bei 10 pCt. Steigraum
„ 114 l „ 5 „ „
„ 120 l „ Auffüllen mit Wasser

und zwar gelten diese Zahlen für die Arbeit mit einem einteiligen kontinuierlichen Destillierapparat.

Für einen zweiteiligen Apparat, bei welchem der Lutter nicht zur Schlempe fließt, sind folgende Mengen anzunehmen:

Bei 10 pCt. Steigraum . .	90 l Schlempe
„ 5 „ „ . .	95 l „
„ Auffüllen mit Wasser . .	100 l „

Als Futtermittel kommen wesentlich die Kartoffel- und Getreideschlempen in Betracht. Die Melasseschlempe wird ihres hohen Salzgehaltes wegen, welcher leicht zu Unzuträglichkeiten bei der Verfütterung führt, zur Düngung und zur Bereitung von Schlempekohle verwendet.

Ueber alle die Schlempefütterung betreffenden Verhältnisse giebt Märcker in der fünften Auflage seines Handbuches der Spiritusfabrikation eine erschöpfende Darstellung. Wir entnehmen den ausgezeichneten Ausführungen kurz folgendes:

Mit einem Wassergehalt von 92—96 pCt. gehört die Schlempe zu den wasserreichsten Futtermitteln. Um zu vermeiden, daß durch eine allzu große Wasserzufuhr Unzuträglichkeiten entstehen, sollen daher nicht mehr als 70—75 l Schlempe für Mastochsen und nicht mehr als 60 l Schlempe für Milchkühe verabreicht werden. Die Schlempe ist besonders für milchproduzierende Tiere ein geeignetes Futtermittel, dann für Mastochsen und überhaupt Mastrinder.

Mastschafe dürften 5—6 l heiße Schlempe und vielleicht noch mehr gut vertragen und verwerten.

Auch für Arbeitstiere ist eine kleinere Schlempegabe der günstigen diätetischen Wirkung halber erwünscht; doch wird bei Pferden nicht über 20—25 l, bei Arbeitsochsen nicht über 30 l täglich zu geben sein. Mäßige Mengen von Schlempe, namentlich aus Getreide und Mais, werden auch von Schweinen gut verwertet.

In der Getreideschlempe sind die stickstoffhaltigen Bestandteile fast ausschließlich als Proteïnstoffe vorhanden, in der Kartoffelschlempe sind von 100 Teilen Stickstoff etwa 72 Teile in Form von Eiweißstoffen und 28 Teile in Form von Amiden anwesend.

Die Verdaulichkeit der stickstoffhaltigen Bestandteile ist sowohl in der Kartoffel- wie in der Getreideschlempe eine sehr hohe; sie beträgt 80—88 pCt.

Unter den stickstofffreien Nährstoffen stehen die Kohlenhydrate oben an; dagegen ist der Fettgehalt ein geringer. Die Kartoffelschlempe ist ein an Fetten geradezu außerordentlich armes Futtermittel. Es empfiehlt sich daher, eine Beigabe fettreicher Futtermittel, wie Oelkuchen oder Mais. Durch Zumaischen von Mais zu Kartoffeln wird die Schlempe in Bezug auf den Fettgehalt wesentlich verbessert.

Unter den stickstofffreien Stoffen finden sich in der Schlempe nicht unbedeutende Mengen von Glyzerin, welches vom Tierkörper leicht resorbiert wird. v. Törring fand 1,55—2,99 gr Glyzerin im Liter Schlempe.

Unter den Mineralstoffen wiegen die Kalisalze vor, welche in ausreichender Menge vorhanden sind, während an Kalk Mangel herrscht. Es ist daher wünschenswert, bei der Verfütterung der Schlempe an Milchkühe einen Zusatz von Schlemmkreide (100 gr pro Tag und Stück) zu machen.

Während Mais- und Roggenschlempe — abgesehen vom Wasser — in ihrer Zusammensetzung einem Kraftfuttermittel entsprechen, ist dieses bei der Kartoffelschlempe ihres Fettmangels wegen nicht der Fall. Es empfiehlt sich daher bei Verfütterung der letzteren die Beigabe fettreicher Kraftfuttermittel, wie Oelkuchen, Baumwollsaatmehl und Erdnußkuchenmehl.

In Bezug auf die den Tieren bei der Schlempefütterung darzureichenden Nährstoffmengen kommt Märcker zu dem Resultat, daß als Minimalration für eine Schlempefütterung pro 1000 kg Lebendgewicht zu fordern sind für

Milchkühe	3,0 kg verdauliche N-h.	12,5 kg	verdauliche N-fr. Stoffe
Mastochsen	3,0 „ „ „	12,5—14 kg	„ „ „

Als unentbehrlich bei der Schlempefütterung erscheint endlich eine Rauhfuttergabe und zwar nicht so sehr des Nährstoffgehaltes als vielmehr der diätetischen Wirkung wegen. Als Rauhfutterstoffe kommen in Betracht: Wiesen-, Klee-, Luzerne-, Esparsetteheu, Stroh und Spreu.

Die Schlempe soll an die Tiere in möglichst heißem Zustande verabreicht werden. Um dieses zu ermöglichen, ist es zweckmäßig, in das Aufbewahrungsgefäß ein Dampfrohr zu legen.

Als lästige Folge der Schlempefütterung, insbesondere der Kartoffelschlempe, tritt zuweilen bei den Tieren eine Krankheitserscheinung auf, welche unter der Bezeichnung Schlempemauke bekannt ist. Dieselbe besteht in einer Hautentzündung an den unteren Extremitäten der Tiere, welche einen rotlaufartigen Charakter annimmt.

Man vermeidet den Uebelstand durch gute Vergärung und tüchtiges Auskochen der Maische bezw. Schlempe, sei es, daß letzteres beim Abtreiben im Destillierapparat stattfindet oder außerhalb desselben im Aufbewahrungsgefäß für die Schlempe. Es steht zu erwarten, daß auch die Anwendung der Flußsäure in der Brennerei das Auftreten der Schlempemauke verhindert.

Seit geraumer Zeit ist man bestrebt, die wertvollen Bestandteile der Schlempe als Trockenfutter zu gewinnen. Man verfährt dabei in zweierlei Weise: entweder die unlöslichen Bestandteile der Schlempe werden durch Filtration von der Flüssigkeit getrennt, oder die ganze Schlempe wird eingedampft, worauf die in beiden Fällen sich ergebenden Rückstände weiter getrocknet werden. Wenngleich die Schlempetrocknungsverfahren in neuerer Zeit erhebliche Fortschritte gemacht haben, so können dieselben doch nur für große gewerbliche Etablissements in Betracht kommen, nicht aber für unsere landwirtschaftlichen Brennereien, welche in der Lage sind, ihre Schlempe stets frisch verfüttern zu können. Dazu kommt, daß nach Märcker gegenüber einer rationellen Fütterung mit frischer Schlempe die getrocknete Schlempe keine besonderen Vorzüge besitzt.

Anhang.

Raffinierung des Rohspiritus.

Das Produkt der Brennereien ist kein reines Gemisch von Alkohol und Wasser, sondern enthält stets mehr oder weniger verunreinigende Bestandteile, weshalb man es als Rohspiritus bezeichnet.

Der Rohspiritus hat einen Alkoholgehalt von 75—95 Vol.-pCt. Neben dem Wasser hat man bis jetzt folgende Verunreinigungen nachgewiesen:

1. Acetaldehyd	21°	C (Siedepunkt)	
2. Propylalkohol	97°	„	
3. Isopropylalkohol	85°	„	
4. Butylalkohol	115°	„	
5. Essigäther	74°	„	
6. Buttersäureäther	112°	„	
7. Acetal	104°	„	
8. Sekundärer Amylalkohol .	120°	„	
9. Isoamylalkohol	132°	„	(Gärungsamylalkohol)
10. Isobutylalkohol	109°	„	(Gärungsbutylalkohol)
11. Furfurol	161°	„	
12. Aminbasen.			

Unter diesen Bestandteilen ist der Gärungsamylalkohol (Isobutylkarbinol) wenigstens im Kartoffelbranntwein in überwiegender Menge vorhanden. Man bezeichnet diesen Körper daher auch schlechthin als Fuselöl. In technischem Sinne versteht man jedoch unter Fuselöl nicht einen einheitlichen Körper, sondern den höher siedenden Anteil der den Alkohol begleitenden Verunreinigungen.

Ueber die Entstehung dieser Substanzen weiß man noch sehr wenig. Der Hauptsache nach dürften sie wohl von Nebengärungen, welche durch Spaltpilze erregt werden, herrühren. Aber auch der Hefe selbst wird man einen gewissen Einfluß auf die Natur der Nebenprodukte zugestehen müssen, insofern gewisser Heferassen Gärungsprodukte von bestimmtem Geruch und Geschmack zu erzeugen vermögen. So vermag z. B. der Sacch. ellipsoideus ein eigentümliches Obstbouquet in der gegorenen Flüssigkeit hervorzurufen, während Sacch. pastorianus I in Bierwürzen das Auftreten eines bitteren Geschmackes bewirkt. Ferner ist bekannt, daß alternde und absterbende Hefe ein unreineres Produkt liefert, als eine gesunde und kräftige. In gewisser Beziehung kommt auch das Rohmaterial selbst in Betracht. Das Kartoffel-, Mais- und Kornfuselöl sind z. B. in ihrer Zusammensetzung wesentlich verschieden, so zwar, daß man den von den verschiedenen Materialien herstammenden Rohspiritus bei einiger Uebung durch den Geruch unterscheiden kann. Endlich wäre selbst die Konstruktion des Destillierapparates nicht ohne Einfluß auf die Beschaffenheit des Produktes. Ein hoher Druck und ein zu langes Verweilen der Dämpfe in den Rektifikations- und Dephlegmationsvorrichtungen soll verschlechternd auf das Produkt einwirken. Neuere Destillationsapparate, welche ein sehr hochprozentiges Destillat (bis 97 Vol.-pCt.) geben, liefern auch ein reineres Produkt.

Die Verunreinigungen machen den Rohspiritus zum Genusse, wie zur Verwendung in der Industrie untauglich. Er muß daher von denselben befreit, entfuselt werden.

Zu dem Zwecke dienen hauptsächlich zwei Verfahren:

die Filtration des Rohspiritus über Holzkohle und

die Destillation bezw. Rektifikation.

Zur Erzeugung von Trinkbranntwein bedient man sich häufig des ersteren Verfahrens allein. Infolge der verhältnismäßig wenig kostspieligen Einrichtung, die es erfordert, und da es doch fast alles Fuselöl aus dem Spiritus entfernt, hat dasselbe sich in den letzten Jahrzehnten sehr verbreitet und wird zur Zeit namentlich auch in zahlreichen kleinen Betrieben ausgeführt. Als Filtriermaterial dient Kohle aus weichem Holze in Staub- oder Grieskörnung. Die Holzkohle hat, wie die Tier- oder Knochenkohle, die Eigenschaft, färbende oder riechende Stoffe aus Flüssigkeiten zu absorbieren. So hält sie in ihren Poren auch das Fuselöl des Rohspiritus fest. Natürlich hat diese Absorptionsfähigkeit ihre Grenze, und wenn dieselbe überschritten wird, hat die Kohle keine Wirkung mehr, ja giebt sogar wieder Fuselöl an die Flüssigkeit ab. Damit eine kräftige Absorption stattfinden kann, ist es nötig, den Spiritus zu verdünnen, und zwar je nach dem Grade seiner Verunreinigung, auf 25—40 Vol.-pCt. Je stärker verunreinigt der Spiritus ist, umsomehr muß er verdünnt werden.

In der Regel werden Filter von Holz in Form von Bottichen angewendet, welche dicht über dem Boden einen mit Barchent bedeckten Siebboden besitzen. Die Filter haben eine Höhe von ungefähr 2 m und einen Durchmesser von 0,75—1 m. Zu ihrer Füllung sind etwa 200 kg Holzkohle erforderlich. Mit einem solchen Filter kann täglich eine Menge von 950 Liter Branntwein filtriert werden. Die Leistungsdauer des Filters beträgt 10—100 Tage.

Das Produkt ist, wie bereits erwähnt, nahezu fuselfrei. Es enthält nur noch ganz minimale Mengen, welche, zum Teil durch die Wirkung der Kohle verändert, oxydiert sind. Die Kohle absorbiert nämlich an der Luft reichliche Mengen von Sauerstoff in ihren Poren. Derselbe wirkt dann bei der Filtration auf die leicht oxydierbaren Bestandteile des Branntweins, insbesondere den Aldehyd, oxydierend ein, und unterstützt dadurch die reinigende Wirkung der Kohle.

Die Spuren von Fuselöl im filtrierten Branntwein erzeugen ein beliebtes Aroma, welches beim Lagern kornähnlich wird und dem faden Geschmack des aus rektifiziertem Sprit hergestellten Branntwein meist vorgezogen wird. Der filtrierte Branntwein kommt auch, selbst wenn er aus Kartoffeln gewonnen ist, als sogenannter Weizenbranntwein in den Handel.

In größeren Betrieben (Rektifikationsanstalten) dienen zur Filtration hohe, eiserne, zylindrische, zu einer Batterie vereinigte Gefäße, wie man sie in der Zuckerfabrikation zur Knochenkohlefiltration anwendet. Die Filter werden mit frisch ausgeglühter Kohle in nußgroßen Stücken beschickt, worauf man den Spiritus von unten zutreten läßt. Man läßt den Spiritus durch mehrere Filter laufen, bis der Fuselgeruch verschwunden ist. Ist die Filtration im Gange, so giebt man den zu reinigenden Rohspiritus zunächst auf die am häufigsten gebrauchte Kohle, von da fließt er auf eine weniger gebrauchte, und zuletzt kommt er mit frischer Kohle in Berührung. Funktioniert ein Filter nicht mehr, so wird es ausgeschaltet, und der

in der Kohle aufgesaugte Spiritus durch Dampf abdestilliert, indem man den Zylinder mit einem Kühler verbindet. Mit dem Alkohol geht auch ein Teil des absorbierten Fuselöls über und man erhält einen trüben Lutter, welcher bei ruhigem Stehen sich klärt, indem das Fuselöl sich vom Lutter trennt. Letzterer wird von neuem filtriert, das Fuselöl wird für sich verwertet. Nach dem Ausdämpfen wird das Filter entleert und mit frischer Kohle beschickt. Die gebrauchte Kohle wird durch Ausglühen in einem Ofen, oder durch Ausdämpfen mit überhitztem Wasserdampf wiederbelebt.

Zur Erzeugung eines vollkommen fuselfreien und hochprozentigen Produktes, wie ein solches zum Weinverschnitt, für wissenschaftliche und gewisse industrielle Zwecke erforderlich ist, muß der filtrierte Branntwein noch rektifiziert, einer fraktionierten Destillation unterworfen werden. Diese Art der Reinigung, in Verbindung mit der Filtration, wird in besonderen Betrieben, den Rektifikationsanstalten, Raffinerien vorgenommen. Auch für die Rektifikation muß der Spiritus, wenn er nicht schon filtriert war, auf 40—50 Vol.-pCt. verdünnt werden.

Wenn wir einen Blick auf die oben aufgeführte Tabelle der Verunreinigungen des Rohspiritus und deren Siedepunkte werfen, so erkennen wir, daß unter denselben Substanzen mit höherem und mit niedrigerem Siedepunkt als der des Alkohols, vorhanden sind, also flüchtigere und weniger flüchtige.

Bei der Destillation von Rohspiritus wird daher zuerst ein Gemenge von Aethylalkohol mit den niedriger siedenden Verunreinigungen übergehen, insbesondere mit Acetaldehyd. Dasselbe heißt Vorlauf und wird beseitigt.

Auf den Vorlauf kommt der Mittellauf, der rektifizierte Sprit, welcher wieder in Destillate von verschiedener Qualität zerfällt. Die ersten Anteile enthalten noch etwas Acetaldehyd, dann folgt der Feinsprit mit 96 Vol.-pCt. Alkohol, darauf Sekundasprit mit 90—92 Vol.-pCt., endlich der sogenannte Alkohol, ein Spiritus von 88 pCt., welcher mit höher siedenden Alkoholen verunreinigt, von neuem mit dem Rohspiritus verarbeitet wird.

Als Nachlauf erhält man dann ein Gemisch von Aethylalkohol mit großen Mengen der höher siedenden Alkohole, insbesondere des Gärungsamylalkohols.

In der Destillierblase des Rektifikationsapparates bleibt der größte Teil des Fuselöls und des Wassers zurück.

Die Rektifikation des Rohspiritus ohne vorhergehende Filtration wird selten angewendet, da die Ausbeute an Feinsprit natürlich eine weit geringere ist, als nach der Filtration.

Da es sich bei der Rektifikation des Rohspiritus um eine fraktionierte Destillation handelt, bei welcher verschiedene Destillate aufgefangen werden, so ist ein kontinuierlicher Betrieb selbstverständlich ausgeschlossen. An Stelle der Maischdestilliersäule tritt daher eine große Blase, welche mit dem zu rektifizierenden Rohsprit gefüllt wird. Auf dieser steht dann eine Rektifiziersäule mit dem Dephlegmator mit derselben Einrichtung wie bei den Rohspritapparaten, nur daß dieselben zur Erhöhung ihrer Wirksamkeit eine weit größere Ausdehnung besitzen. Auch wird der Destillationsprozeß selbst weit langsamer und mit größerer Vorsicht ausgeführt. Als Typus der Rektifizierapparate ist Fig. 197, der Savallesche Rektifikator, abgebildet.

A ist die Destillierblase, welche mit dem verdünnten Rohspiritus beschickt wird. Durch eine geschlossene Dampfschlange, welche von dem Dampfdruckregulator E aus Heizdampf erhält, wird der Spiritus zum Sieden erhitzt.

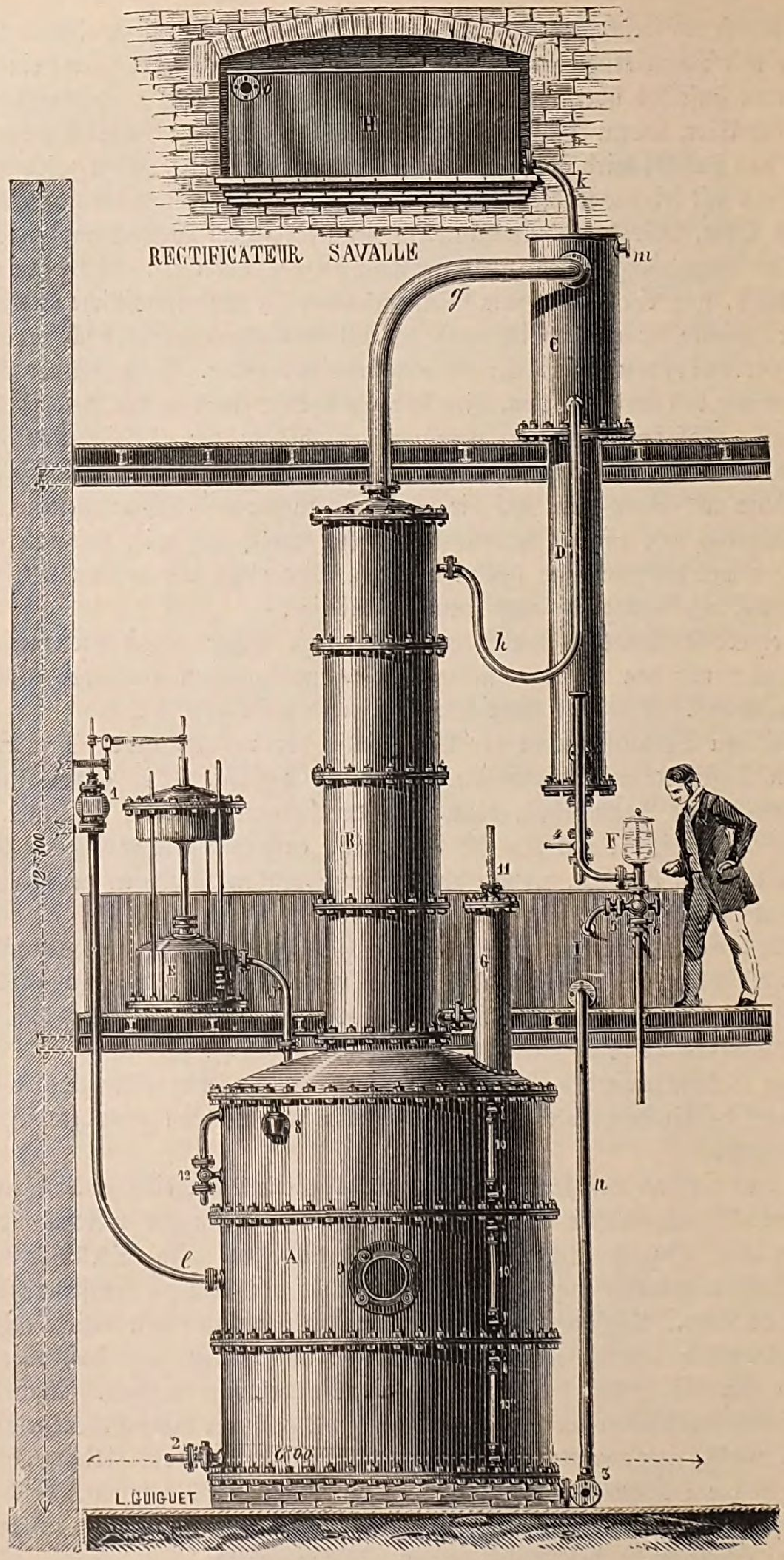


Fig. 197. Savalles Rektifikationsapparat.

B ist die Rektifikationssäule. Dieselbe besteht aus mehreren, durch Siebböden gebildete Kammern, welche durch Ueberfallrohre mit einander in Verbindung stehen.

C der Kondensator (Dephlegmator).

D der Kühler mit dem Spiritusablauf F.

H ist ein Wasserbehälter.

J ein Behälter für Rohspiritus, aus welchem der Apparat gefüllt wird. In denselben läßt man die Nachprodukte der Destillation zurückfließen. Der Dampfhahn G dient dazu, um am Ende der Operation zur Trennung und Entfernung des Fuselöls mitzuwirken.

Aus dem Savalleschen Apparat gingen eine Reihe vortrefflicher deutscher Konstruktionen hervor so der Glockenrektifikationsapparat von C. Heckmann-Berlin u. a.

Neben der Kohle hat man noch zahlreiche andere Mittel zum Entfuseln des Branntweins angewendet und vorgeschlagen, ohne jedoch bessere oder nur ebenso gute Erfolge mit denselben zu erzielen, wie mit der Kohle. Als solche sind zu erwähnen Seife, Oele und fetthaltige Substanzen, von denen man annahm, daß sie, wie die Kohle, das Fuselöl zurückhalten, und chemisch wirkende Mittel, wie Natron, Kalk, Schwefelsäure, Essigsäure, Salpetersäure, Chlorkalk, die Superoxyde des Wasserstoffs, Bleis, Baryums und Mangans u. s. w., welche das Fuselöl zerstören sollten. Die meisten dieser Mittel wirken aber nur auf gewisse Bestandteile des Fuselöls, besonders auf den Aldehyd, die Aether und sauren Bestandteile, und lassen die höheren Alkohole unverändert, oder sie wirken gar energischer auf den Aethylalkohol als auf seine Verunreinigungen, und schaden dann mehr als sie nützen.

Nach dem patentierten Eisenmannschen Verfahren wird in dem zu destillierenden Rohspiritus, welcher in einem Kasten bis nahe zum Sieden erhitzt wird, ein Strom durch eine kleine magnetoelektrische Maschine ozonisierter Luft geblasen. Durch das Ozon wird der Aldehyd zu Essigsäure oxydiert, welche dann der Hauptsache nach mit dem Amylalkohol Amylessigäther bilden soll.

Das Verfahren von Bang und Rufin hat in Frankreich eine gewisse Verbreitung gefunden. Es beruht darauf, daß Rohspiritus in Berührung mit Petroleum, alles Fuselöl an dasselbe abgeben soll. Nach Liebermann, welcher das Verfahren im Auftrage der ungarischen Regierung in Frankreich studierte, ist dieses jedoch nicht der Fall. Selbst durch dreitägiges Schütteln mit Petroleum konnte nicht alles Fuselöl entfernt werden. Dagegen hatte der nach Bang und Rufin behandelte Rohspiritus den eigentümlichen unangenehmen Geruch verloren, obwohl er noch beträchtliche Mengen von Verunreinigungen enthielt.

Endlich sei noch das patentierte Traubesche Entfuselungsverfahren erwähnt. Dasselbe beruht auf der Trennung des Fuselöls von dem Aethylalkohol durch Zusatz von konzentrierten Salzlösungen zu dem Rohspiritus. Am besten bewährt sich Pottaschelösung, weil dieselbe gleichzeitig die vorhandenen Säuren neutralisiert und Aldehyd verharzt. Die Konzentration der Pottaschelösung ist verschieden zu nehmen, je nach der Stärke des Sprits. Für 80 prozentigen Sprit wird eine Pottaschelösung von 1,235—1,240 spezifisches Gewicht angewendet. Mischt man von dieser Lösung 4 Teile mit 1 Teil Sprit und erwärmt alsdann auf 60—70° C, so scheidet sich die Flüssigkeit in zwei Schichten — eine obere, dunkelgefärbte, übelriechende, welche die Verunreinigungen enthält, und eine untere, bestehend aus dem

gereinigten Alkohol und der Salzlösung. Die obere, etwa drei Viertel der Verunreinigungen enthaltende Schicht, wird abgehoben und zu dem Rückstand von neuem eine entsprechende Menge von Sprit und Pottaschelösung gegeben, so daß sich eine neue Schicht bildet.

In der Regel werden in neuerer Zeit vier Schichten abgehoben, zwei mit Rohspiritus und zwei mit den reineren Teilen des Vor- und Nachlaufs von der Rektifikation. Der durch Abhebung der Schichten gereinigte Branntwein wird in einer Feinspritkolonne rektifiziert, wodurch noch etwa vorhandenes Fuselöl entfernt wird.

Nach dem Traubeschen Verfahren sollen 97—98 pCt. des Rohsprites an Feinsprit gewonnen werden, während man nach dem Verfahren der Filtration über Kohle und darauf folgender Rektifikation nur 85—90 pCt. erzielt. (Vergl. Zeitschrift für Spiritusindustrie, Ergänzungsheft 1891, S. 32).

Brennerei-Anlage.

(System Ellenberger.)

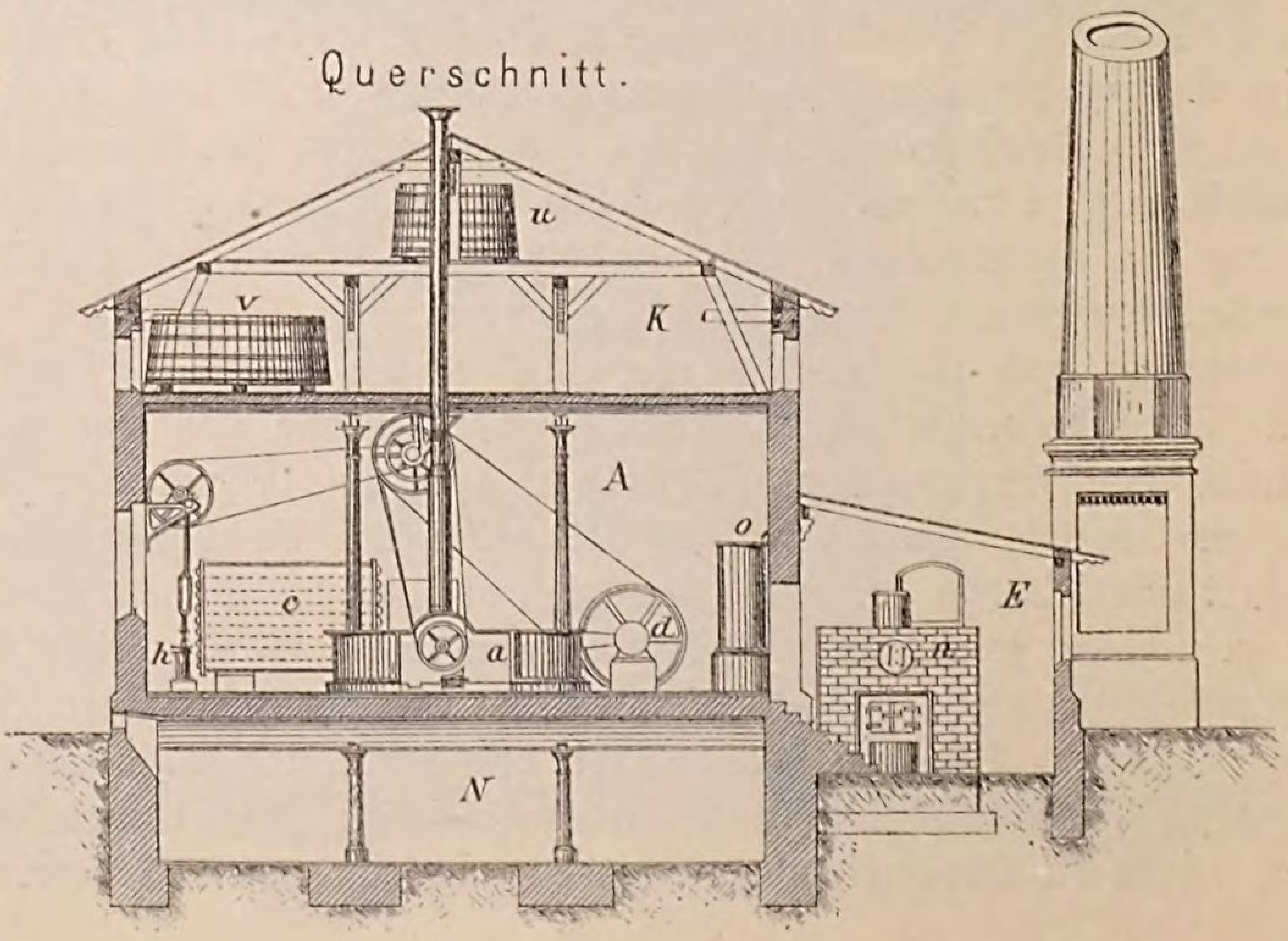
In der Zeichnung bedeutet:

A Maschinenraum.
B Hefekammer.
C Gärraum.
D Treppenhaus.
E Kesselhaus.
F Raum f. Brennmaterial.
G Kartoffelraum.
H Brenner-Stube.
J Mühlenraum.
K Speicher.
L Brenner-Wohnung.
M Elevator-Turm.
N Malzkeller.

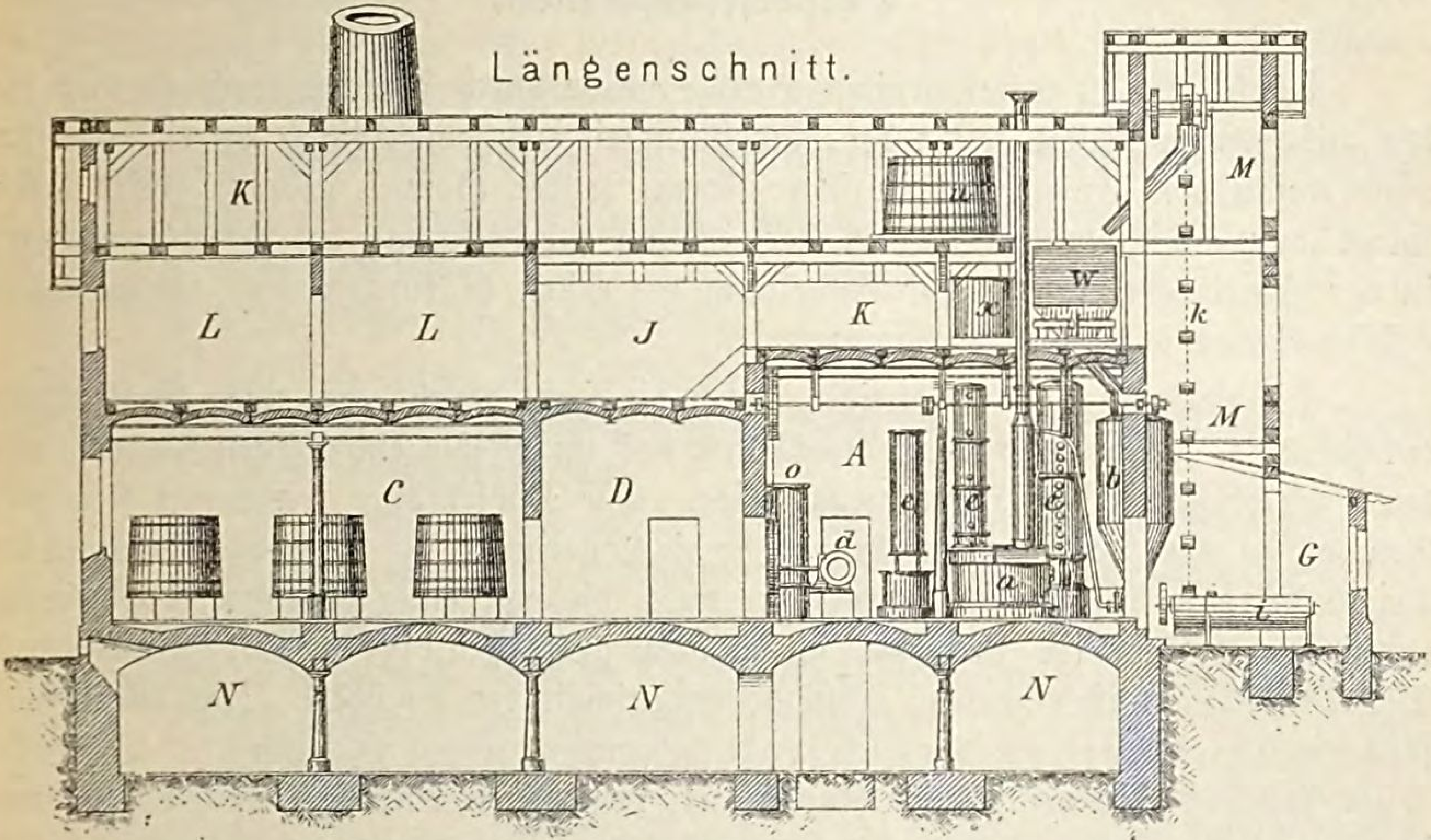
a Ellenbergerscher Apparat.
b Dämpfer.
c Kühler.
d Dampfmaschine.
e Destillierapparat.
f Dampfsauermaischpumpe.
g Süßmaischpumpe.
h Wasserpumpe.
i Waschmaschine.
k Elevator.
l Malzquetsche.

m Montejus.
n Dampfkessel.
o Vorwärmer.
p Quellstöcke.
q Hefegefäße.
r Mutterhefegefäße.
s Hefewasserkochfaß.
t Gärbottiche.
u Kl. Wasserreservoir.
v Gr. do.
w Kartoffelwage.
x Kondensator zum Dest.-Apparat.

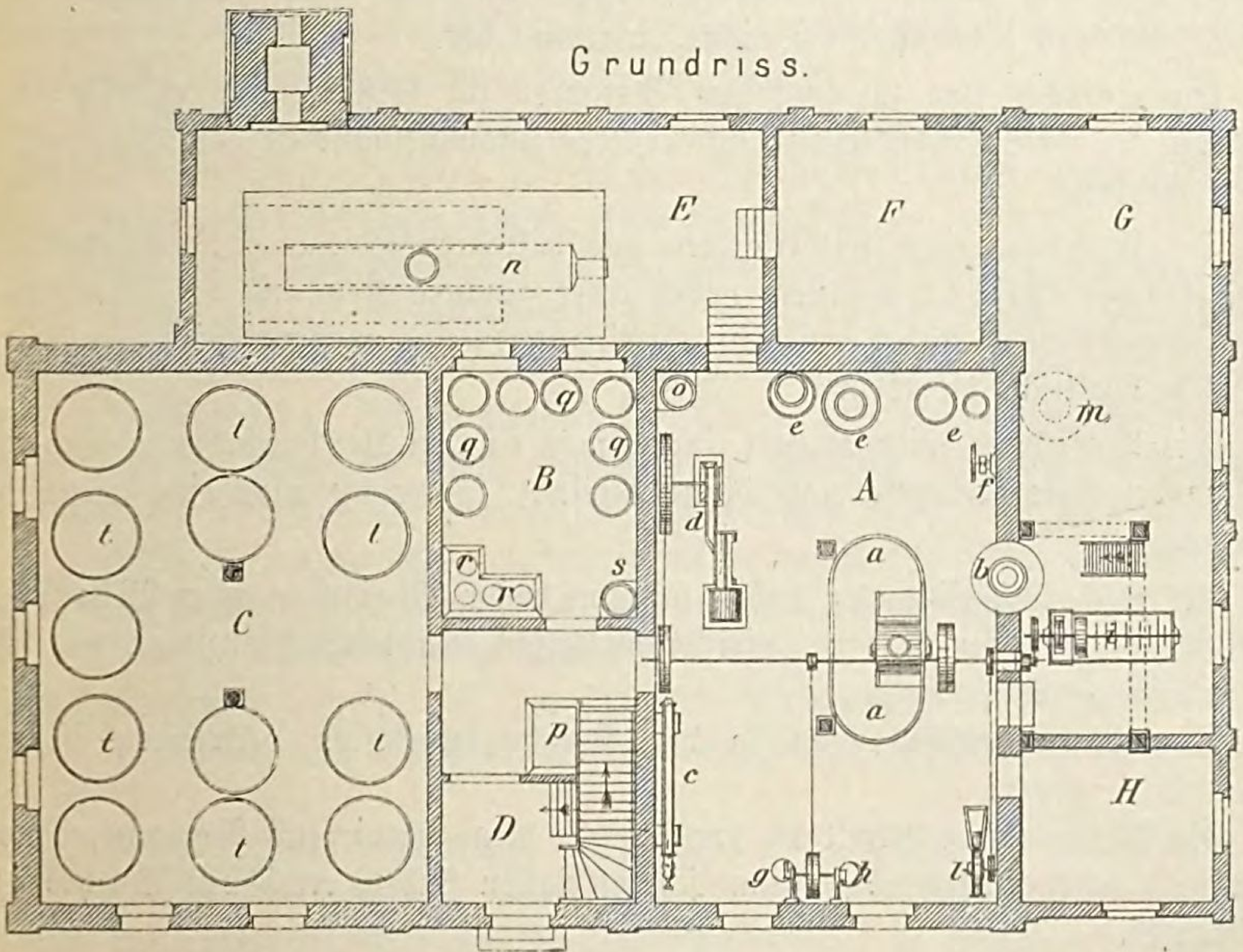
Querschnitt.



Längenschnitt.



Grundriss.



Preßhefefabrikation.

Preßhefe ist obergärige Hefe, welche durch Waschen und Pressen von den anhaftenden Bestandteilen der Nährflüssigkeit und von Wasser befreit, mit oder ohne Zusatz von Stärkemehl in fester Form in den Handel gebracht wird. Sie findet hauptsächlich in der Bäckerei Verwendung zur Lockerung des Brotteiges, ferner in der Spiritusfabrikation zur Einleitung der ersten Gärungen und in der Preßhefefabrikation selbst als Aussaatmaterial.

Die Lockerung des Brotteiges durch die Hefe beruht auf einer Kohlensäureentwickelung, welche teils durch Vergärung des im Mehle enthaltenen Zuckers, teils durch Selbstgärung der Hefe erzeugt wird. Die Kohlensäure treibt mit steigender Temperatur den Teig auf und bewirkt so die Lockerung. Je mehr das Volumen des Teiges bei einer bestimmten Temperatur durch die von einer bestimmten Hefemenge entwickelte Kohlensäure vermehrt wird, desto größere Triebkraft besitzt die Hefe. Die Triebkraft ist eine sehr geschätzte Eigenschaft der Preßhefe. Im allgemeinen fällt die Triebkraft mit der Gärkraft zusammen, jedoch nicht immer. Die Gärkraft drückt sich in der Menge Zucker aus, welche von einer bestimmten Hefemenge in einem bestimmten Zeitraume unter stets gleichen Bedingungen zersetzt wird. Die Triebkraft dagegen äußert sich durch die Kohlensäure, welche von der Zuckerspaltung herrührt, mit der durch Selbstgärung der Hefe entstandenen. Da nun ruhende Hefe auf Kosten der in ihr enthaltenen Kohlenhydrate (hauptsächlich wohl des Glykogens) fortwährend Kohlensäure ausscheidet, so kann man sich wohl denken, daß gelagerte Hefe eine geringere Triebkraft besitzen muß als frische, wenngleich erstere an ihrer Gärkraft vielleicht noch nichts eingebüßt hat.

Ein einfaches und zweckmäßiges Verfahren zur Bestimmung der Gär- bezw. Triebkraft der Hefe, sofern letztere mit ersterer zusammenfällt ist von Hayduck angegeben worden.

Die Erzielung einer triebkräftigen und haltbaren Hefe in guter Ausbeute, die Preßhefefabrikation, erfordert neben einer genauen Kenntnis der Eigenschaften der Hefe, ihrer Lebens- und Vermehrungsbedingungen eine auf sorgfältige Beobachtung gegründete praktische Erfahrung.

Die Preßhefe wird erzeugt, indem man eine für die Vermehrung und Ausscheidung der Hefe geeignete Nährlösung bereitet, in welcher man eine kleine Hefemenge aussät.

Als solche Nährlösungen haben sich am besten Maischen oder Würzen bewährt, welche nach den in der Spiritusfabrikation erläuterten Prinzipien aus Malz und Getreide bereitet werden.

Das Malz, welches man in der Preßhefefabrikation verwendet, ist meist lichtes Darrmalz.

Als Material zur Bereitung der Maische dient vorwiegend Roggen, daneben Mais, als seltener verwendete Zumaischmaterialien sind zu erwähnen Buchweizen und Gerste.

Im allgemeinen kann man gegenwärtig zwei Hauptverfahren in der Preßhefefabrikation unterscheiden, nämlich:

Das ältere Verfahren mit Anwendung treberhaltiger Maischen ohne Lüftung und das neuere Verfahren mit Anwendung klarer (treberfreier Würzen) und künstlicher Luftzufuhr zur gärenden Würze. Bei letzterem wird eine erheblich größere Ausbeute erzielt als bei ersterem.

Bei dem älteren Verfahren sind folgende Operationen zu unterscheiden:

1. Die Reinigung und Zerkleinerung der Rohmaterialien.
2. Das Maischen.
3. Das Kühlen der Hauptmaische.
4. Die Bereitung der Ansatzhefe.
5. Die Vereinigung von Hefengut, Hauptmaische und Schlempe zur eigentlichen Preßhefenmaische.
6. Das Abschöpfen des bei der Gärung entstandenen Hefeschaumes.
7. Die Reinigung des Hefeschaumes durch Sieben und Abwässern.
8. Das Pressen und Formen der Hefe.

Diesen Operationen schließen sich nebenhergehend an:

Die Destillation der vergorenen Maische.

Das Klären und Kühlen der Schlempe.

Das Reinigen und Zerkleinern der Rohmaterialien. Das Getreide soll in der Preßhefefabrikation nur in gereinigtem von Staub und Unkrautsamen befreitem Zustande zur Verwendung gelangen.

Das Reinigen des Getreides nimmt man auf Putzmaschinen vor, deren es eine große Anzahl zweckentsprechender Konstruktionen giebt.

Bei der Vorbereitung der Gerste für die Malzbereitung hat mit dem Putzen ein Sortieren der Gerste Hand in Hand zu gehen zur Entfernung der halben, von der Dreschmaschine zerschlagenen und der kleinen Körner.

Die Art der Zerkleinerung ist je nach der Beschaffenheit des Rohmaterials verschieden. Grünmalz wird, wie in der Spiritusfabrikation, zerquetscht oder in Malzmilchapparaten in einen dünnen Brei verwandelt.

Darrmalz und Getreide werden auf geeigneten Mühlen, unter denen nach Durst besonders die Exzelsiormühle von Gruson in Buckau-Magdeburg zu empfehlen ist, vorgebrochen und darauf auf Mahlgängen weiter zerkleinert. An Stelle der Mahlgänge sind in neuerer Zeit Walzenstühle mit geriffelten Hartgußwalzen getreten, welche bei völlig befriedigender Leistung nicht die sorgfältige Behandlung erfordern wie die Mahlgänge und weniger Platz einnehmen als diese.

Da ein Dämpfen der Rohmaterialien in der Preßhefenfabrikation im allgemeinen nicht stattfindet, so werden diese, um eine möglichst vollkommene Ausschließung beim Maischen zu erzielen, thunlichst fein zerkleinert. Eine Grenze ist der Zerkleinerung dadurch gesteckt, daß bei zu stark zerkleinertem Materiale die Maischteilchen nicht völlig von der Hefe getrennt werden können, wodurch letztere an Wert einbüßt.

Das prozentische Verhältnis, in welchem die verschiedenen Maischmaterialien zur Verarbeitung gelangen, ist in den Fabriken ein wechselndes. Da diesem Verhältnisse ein großer Einfluß auf die Beschaffenheit der zu erzielenden Hefe und auf die Hefenausbeute zugeschrieben wird, so wird dasselbe meist von den Fabriken geheim gehalten.

Eine Tabelle verschiedener Schrotverhältnisse, wie sie in der Praxis der Hefefabrikation vermaischt werden, ferner des prozentischen Verhältnisses der Hefenansätze zur Hauptmaische und der Zusammensetzung des Hefenschrotes ist in dem vortrefflichen Buche über Preßhefenfabrikation von O. Durst mitgeteilt. Wir entnehmen demselben nachstehende Angaben:

Hauptmaische				Hefemaische		Hefegut von
Darrmalz pCt.	Roggen pCt.	Mais pCt.		Darrmalz pCt.	Roggen pCt.	der Hauptmaische pCt.
30	70	—		50	50	16
30	30	40		50	50	16
24	23	48	5 pCt. Buchweizen	44	56	10
27,5	37,5	35		50	50	15
33 1/3	33 1/3	33 1/3		—	—	—
10	40	50		—	—	—
18,4*)	50	31,6		50	50	15
13,5 „	35,5	45	6 pCt. Buchweizen	75	25	7
27 Darrmalz	55		11 pCt. Buchweizen 8 pCt. Gerste	50	50	10

Das Maischen. Wie bereits erwähnt, findet in der Preßhefenfabrikation ein Dämpfen der Rohmaterialien nicht statt, da, wie man annimmt, das Dämpfen die für die Ernährung und Vermehrung der Hefe wichtigen Eiweißstoffe ungünstig beeinflußt. Man verfährt daher ähnlich, wie in der Bierbrauerei bei der aufwärtsmaischenden Infusion, indem man das Schrotgemenge (Malz und Roggen) mit kaltem oder lauwarmem Wasser im Vormaischbottiche einteigt und durch Zusatz von heißem Wasser oder Zuführung von direktem oder indirektem Dampfe die Verzuckerungstemperatur erreicht. Dieses Verfahren ist jedoch nur bei der Verarbeitung von Roggen (oder Gerste und Weizen) zulässig, deren Stärke bei 50° R, der üblichen Verzuckerungstemperatur, von der Diastase ziemlich vollständig umgewandelt wird, nicht aber bei der Verarbeitung von Mais. Die Maisstärke bedarf, um für die Diastase angreifbar zu werden, erst einer möglichst vollkommenen Verkleisterung. Der Mais wird daher zunächst in einem besonderen Gefäße, dem sog. Maisquellbottich, verkleistert, indem man 100 Pfd. Maisschrot mit 200 Liter Wasser von 50° R einteigt und nun unter Umrühren die Masse auf etwa 70° R bringt. Man läßt dieselbe dann noch zur völligen Verkleisterung eine Stunde bei bedecktem Bottiche stehen. Den auf diese Weise aufgeschlossenen Mais setzt man der eingeteigten übrigen Schrotmenge (Roggen und Malz) zu, um nun die ganze Maische auf die Maischtemperatur zu erhitzen. Dabei ist es am zweckmäßigsten, durch Zuführung von direktem Dampfe die Maischtemperatur von 48—50° R zu erreichen, bei welcher die Maische 3/4—2 Stunden stehen bleibt. Bei gutem Malze dürfte eine Verzuckerungszeit von 1 Stunde jedoch stets ausreichend sein.

Die Konzentration der verzuckerten Maische beträgt gewöhnlich 16—18 pCt. Balling.

Als Maischgefäße dienen noch vielfach einfache Maischbottiche mit Gitterwerken und sog. Planetenrührwerk.

---

*) Grünmalz auf Darrmalz berechnet.

Das Kühlen. Die fertige Maische muß soweit abgekühlt werden, daß sie nach der Zugabe von etwas kaltem Wasser oder kalter Schlempe, welche einem Wasserzusatz vorgezogen wird, die erforderliche Anstelltemperatur für die Zugabe der Hefe besitzt.

Zum Kühlen der Maische dienen Kühlschiffe, welche zweckmäßig mit Wasserkühlung versehen sind, um in der wärmeren Jahreszeit den Kühlungsprozeß beschleunigen zu können, Berieselungskühler und Vormaischbottiche mit Wasserkühlung. Röhrenkühler sind für die Kühlung der Preßhefemaischen nicht geeignet.

Die Bereitung der Ansatzhefe. Wie in der Spiritusfabrikation wird auch in der Preßhefefabrikation eine Kunst- oder Ansatzhefe fortlaufend gezüchtet, welche als Aussaatmaterial für die Hauptmaische zur Gewinnung der Preßhefe dient. Während es sich in der Spiritusfabrikation lediglich darum handelt, eine möglichst gärkräftige Hefe zu erzielen, soll die Ansatzhefe für Preßhefe eine triebkräftige Nachkommenschaft in guter Ausbeute liefern. Ist nun auch die Behandlung der Hefe bei der Züchtung, die Zusammensetzung der Nährlösung u. s. w. auf die Beschaffenheit derselben von großem Einfluß, so kommt doch sicher auch der Artcharakter der Hefe wesentlich in Betracht. Und hierin dürfte sich der Anwendung reingezüchteter Hefe und der Auswahl geeigneter Hefenrassen ein dankbares Feld auf dem Gebiete der Preßhefefabrikation eröffnen.

Die Operationen bei der Bereitung der Ansatzhefe sind nun im wesentlichen dieselben, wie in der Spiritusfabrikation. Sie umfassen: die Herstellung einer Maische, das Säuren des Hefengutes, das Kühlen, das Anstellen und die Abnahme der Mutterhefe.

Als Rohmaterialien zur Bereitung der Hefemaische dienen Roggen und Darrmalz, welche in feingeschrotetem Zustande gemaischt werden. Auf 100 Pfund Schrot nimmt man 100—120 Liter Wasser von 59—62° R, worauf sich nach dem Maischen eine Zuckerbildungstemperatur von 49—50° R ergiebt. Bei dieser bleibt die Maische etwa zwei Stunden stehen.

Die Maische hat meist eine Konzentration von 22—24 pCt. Ball.

Das Hefegut bleibt nun 36—48 Stunden zur Säuerung stehen. Nach beendeter Säuerung wird dasselbe auf die Anstelltemperatur abgekühlt.

Zum Anstellen des Hefegutes dient entweder Mutterhefe oder Preßhefe oder ein Gemisch von beiden. Durst giebt letzterem den Vorzug, wobei auf 100 Pfund eingemaischten Schrotes 25 Liter Mutterhefe und 2 Pfund Preßhefe angewendet werden. Bei Anstellung mit Mutterhefe allein nimmt man auf 100 Pfund Schrot 50 Liter Mutterhefe und bei Preßhefe allein auf die gleiche Menge Schrot 4 Pfund derselben.

Die Anstelltemperatur beträgt je nach der Temperatur des Hefenraumes, der Konzentration der Maische und dem Säuregrad des Hefengutes 18—21° R.

Man läßt der Hefe nach dem Anstellen mindestens 9—10 Stunden Zeit zu ihrer Entwickelung. Dann erfolgt die Abnahme der Mutterhefe. Wie in der Spiritusfabrikation wird auch hier ein Hauptgewicht darauf gelegt, daß die Hefe zu diesem Zeitpunkte reif sei, d. h. daß die Hefezellen alle voll entwickelt und keine Sproßverbände mehr vorhanden seien.

Die Mutterhefe wird in kupferne Mutterhefeneimer abgenommen, in welchen sie durch kaltes Wasser gekühlt, bis zu ihrer Verwendung aufbewahrt wird.

Dem Anstellen der Hauptmaische geht häufig und zwar überall, wo man mit Mutterhefe allein arbeitet, ein Vorstellen der Hefe voraus, wie das in der Kartoffelbrennerei geübt wird, jedoch giebt man dann stets noch etwas Preßhefe zu.

Das Ansäuern der Hauptmaische. Ehe die Hauptmaische mit Hefe angestellt wird, setzt man ihr eine bestimmte Menge Säure zu. Nach den bisherigen Erfahrungen ist ein derartiger Zusatz nicht zu umgehen, da derselbe sowohl günstig auf die Beschaffenheit der Hefe als auch auf die Ausbeute einwirkt. Man verwendet hierzu hauptsächlich Schwefelsäure und Milchsäure. Am besten wirkt die Milchsäure. Man führt dieselbe der Maische durch einen Zusatz von Schlempe zu. Dabei hat man den Vorteil, daß die Schlempe noch für die Hefe verwertbare Nährstoffe enthält. Nach der Schlempe, bezw. der in der Schlempe enthaltenen Milchsäure wirkt am besten die Schwefelsäure. Mit anderen Säuren will man keine befriedigenden Ergebnisse erzielt haben. Die Ursache der günstigen Wirkung, welche thatsächlich ein Zusatz von Schwefelsäure oder Milchsäure auf die Hefenbildung ausübt, suchte man in einer durch jene Säuren bedingten Peptonisierung von Eiweißstoffen der Maische und einer Hemmung der Bakterien-Entwickelung. Unstreitig kommt dem letzteren Umstande eine wesentliche Bedeutung zu; eine nennenswerte Peptonisierung findet jedoch nicht statt. Es ist dagegen nicht unwahrscheinlich, daß die Säure direkt auf das Plasma der Hefe einen günstigen, erregenden Einfluß ausübt.

Der Säuregrad, welchen man der Maische zu geben hat, ist verschieden je nach dem Maischmaterial, der Konzentration der Maische und der Natur der Säure. Nach Durst giebt man Roggenmaischen im allgemeinen einen Zusatz von Schwefelsäure entsprechend 0,37—0,46 cc Normallauge, und Maismaischen einen solchen entsprechend 0,55—0,7 cc Normallauge auf 100 cc Maische.

Der Zusatz der Säure erfolgt am besten zu der gekühlten Maische vor dem Anstellen mit Hefe.

Um mit der Schlempe den erforderlichen Säuregrad zu erreichen, hat man von dieser Mengen bis zu 100 Liter pro 100 Pfund Schrot zu verwenden. Der Milchsäuregehalt der mit Schlempe und Hefegut versetzten Maische schwankt zwischen 0,25 und 0,35 pCt.

Die zu verwendende Schlempe wird vom Destillierapparate auf Klärbottiche gebracht, in denen sich die festen Bestandteile absetzen können. Die klare Schlempe kommt dann auf Kühlschiffe oder auf Berieselungskühler, auf welchen sie auf etwa 20° R. abgekühlt wird.

Vielfach wird empfohlen, die vom Apparate kommende Schlempe ein bis zwei Stunden unter Druck von etwa zwei Atmosphären in einem Dämpfer stehen zu lassen. Solche Schlempe soll sich besser klären; die Hefe soll triebkräftiger und die Alkoholausbeute etwas erhöht werden.

Der Säuregrad einer guten Schlempe soll nach Durst 0,8—1,2 cc Normallauge pro 20 cc betragen.

Das Anstellen der Maische und der Hefeauftrieb. Nachdem die Maische von ursprünglich 16—18 Saccharometergraden durch Verdünnen mit Wasser (unter Ansäuern mit Schwefelsäure) oder besser mit Schlempe auf eine Konzentration von etwa 12 Saccharometergraden gebracht ist, wird dieselbe mit der Ansatzhefe angestellt. Nach dem Anstellen, bei welcher Operation die Maische mit der Hefe im Gärbottich tüchtig durchgerührt wird, ist die Temperatur der Maische 18—20° R. Nun bleibt

der Bottich ruhig sich selbst überlassen. Alsbald beginnt die Hefe sich zu entwickeln und den Zucker zu vergären. Die hierbei entstehende Kohlensäure nimmt Treberteilchen der Maische mit nach oben und giebt so Veranlassung zur Bildung einer Decke. Nach drei bis vier Stunden wird diese Decke durch den Kohlensäure- und Hefenauftrieb durchbrochen und die Oberfläche der Maische beginnt sich mit einem dichten Schaum zu bedecken. Der Schaum nimmt nun an Höhe fortwährend zu, bis er nach etwa 12—15 Stunden mit abnehmender Intensität der Gärung stehen bleibt. Inzwischen hat man den Rand des Gärbottichs durch Auflegen von Holzklötzen oder durch die Anbringung eines Blechkranzes erhöht. Der Schaum ist dicht erfüllt mit Hefezellen, welche, nachdem die Schaumentwickelung ihren Höhepunkt (20—35 cm) erreicht hat, noch etwa drei bis vier Stunden bis zum Eintritt der Reife brauchen.

Sobald die Hefe reif ist, d. h. sobald die einzelnen Zellen zu voller Entwickelung gelangt sind und sich keine Sproßverbände mehr vorfinden, schreitet man zum Abschöpfen des Hefeschaumes. Zu der Zeit ist die Maische meist bis auf $^1/_3$ der ursprünglichen Saccharometeranzeige, also z. B. von 12 auf 4 Saccharometergrade vergoren.

Das Abschöpfen der Hefe. Das Abschöpfen darf vor allem nicht zu früh vorgenommen werden. Schöpft man zu früh, so erzielt man eine sich schlecht absetzende und schlecht zu pressende Hefe, welche ein unansehnliches Produkt von geringer Triebkraft und Haltbarkeit liefert.

Ein untrügliches Merkmal, um den Eintritt der Reife eines Bottichs zu erkennen, läßt sich nicht angeben. Man ist hierin auf sorgfältige Beobachtung und praktische Erfahrung angewiesen.

O. Durst giebt auf Grund seiner langjährigen praktischen Erfahrungen folgende Anhaltspunkte zur Beurteilung der Reife:

1. Wenn der Schaum anfängt zu fallen, ehe die Blasen sich milchig überziehen — der Bottich blank wird — so darf doch nicht eher geschöpft werden, bis die Blasen diese milchige Beschaffenheit zeigen.

2. Wenn der Bottich vor dem Zurückgehen des Schaumes blank wird, so muß er geschöpft werden, sobald jenes eintritt.

3. Bleibt der Bottich fest stehen und sind die Blasen schon längere Zeit milchig trübe, dann kann folgendes als Merkmal dienen: Fallen die Blasen leicht zusammen, wenn man in den Schaum bläst, so ist die Hefe reif, sperren sie sich, d. h. kann man sie zur Seite blasen ohne daß sie platzen, so ist die Hefe noch nicht ganz reif. Es kommt nicht darauf an, sehr viel Schaum zu erzielen, sondern einen solchen von normaler Beschaffenheit und reich an Hefe. Dieses ist der Fall, wenn der Schaum dicht und trübe ist. Ein heller und lockerer Schaum liefert wenig Hefe.

Das Abschöpfen der Hefe nimmt man mit großen flachen Löffeln aus Weißblech vor, indem man es sorgfältig vermeidet, Maische mitzuschöpfen. Man schöpft die Hefe in kleine mit Wasser beschickte Sammelbottiche, oder auf hölzerne Rinnen, auf welche während des Schöpfens Wasser fließt. In Berührung mit dem Wasser zerfällt der Schaum. Das Hefenwasser gelangt zunächst in ein größeres Sammelgefäß.

Hat man so den zuerst gebildeten Schaum bis auf die Oberfläche der Maische abgeschöpft, so läßt man den Bottich ruhig stehen, bis sich wieder eine Schaumdecke von dem Aussehen der zuerst entstandenen gebildet hat. Bildet sich kein Schaum mehr, so bleibt der Bottich zur völligen Vergärung stehen.

Das Sieben der Hefe. Unmittelbar an das Abschöpfen schließt das Sieben an zum Zwecke der Entfernung von Treberteilchen. In kleineren Betrieben verwendet man Haarsiebe, über welche man das Hefewasser laufen läßt. In größeren Betrieben bedient man sich maschineller Vorrichtungen. So hat man rotierende Siebzylinder, Schüttelsiebe, welche mit Gazegeweben bespannt sind u. dgl. Der zweckmäßigste Siebapparat ist nach Durst die Siebmaschine System Hagspiehl. Dieselbe besteht aus einer nach der Mitte zu etwas konisch verlaufenden, kreisrunden Siebfläche, welche auf drei gußeisernen Füßen ruht. Die Siebfläche wird gebildet durch einen durchlöcherten Kupferboden, auf welchem ein feines Messingdrahtgeflecht aufliegt. Auf der Siebfläche rotieren zwei konische Walzen. Dieselben drücken einerseits die Hefe durch das Messingsieb, andererseits halten sie die Siebfläche rein, indem sie die Treber aufnehmen, welche darauf durch Streichbleche nach dem Rande und von da einer Rinne zugeführt werden.

Das Abwässern. Die durch Sieben von den gröberen Maischteilchen befreite Hefe wird nun zur weiteren Reinigung abgewässert. Man nimmt das Abwässern in flachen Bottichen von 50—55 cm Höhe vor. Die Hefe wird mit Wasser gut durchgerührt und darauf der Ruhe überlassen. Die Hefe setzt sich zu Boden, worauf die überstehende Flüssigkeit abgelassen wird. Man wässert je nach Bedarf ein bis zweimal ab. Im ganzen bleibt die Hefe etwa 12—18 Stunden mit Wasser in Berührung. Das erste Hefenwasser wird zur Gewinnung des in demselben enthaltenen Alkohols destilliert, das zweite läßt man weglaufen. Zum Abwässern der Hefe ist am besten weiches Wasser von 7—8 ° R.

Für die Herstellung billigerer Sorten von Preßhefe wird der Hefe nach dem Schlemmen Stärkemehl zugesetzt und zwar meist Kartoffelstärke in einem Verhältnis von 10—60 pCt. vom Gewichte der reinen Hefe. Für die besten Sorten von Preßhefe unterbleibt ein derartiger Zusatz.

Das Pressen und Formen der Hefe. Das Entwässern des Hefebreies, welcher nach dem Ablassen des Wassers in den Absetzbottichen zurückbleibt, geschieht gegenwärtig allgemein durch Filterpressen unter einem Drucke von 5—7 Atmosphären.

Die aus der Presse kommenden Preßkuchen sind niemals von völlig gleicher Beschaffenheit. Die einen sind etwas trockener, die anderen etwas feuchter. Um nun ein völlig gleichmäßiges Produkt herzustellen, werden die einzelnen Stücke in einem hölzernen Kasten mit Spaten durchgearbeitet, so daß sie eine bröcklige Masse bilden. Nach dem Durchkneten wird zum Versand zugerichtet. Der Versand der Preßhefe geschieht entweder in Beuteln oder in Pfundstücken.

Die Beutel, welche 1—50 kg Hefe fassen, werden nach und nach mit Hefe angefüllt und diese stets fest zusammengedrückt. Das Stopfen geschieht überwiegend mit der Hand; doch werden auch Maschinen angewendet.

Das Formen der Pfundstücke, welche in Pergamentpapier eingeschlagen in den Handel gebracht werden, geschieht fast ausschließlich durch die Maschine. Als bewährteste Konstruktion gilt die kontinuierlich wirkende Preßhefenform- und Teilmaschine von Simmen.

Die Preßhefe ist von sehr beschränkter Haltbarkeit, weshalb man trachtet, sie so viel als möglich frisch in den Konsum zu bringen. Wenn man gleichwohl genötigt ist, auf Vorrat zu arbeiten und die Hefe längere Zeit (8—14 Tage) aufzubewahren, so hat die Aufbewahrung an einem kühlen, trockenen und luftigen Orte zu geschehen. Ein Zusatz von konservierenden Chemikalien (Salicylsäure) ist dabei nach Durst nutzlos. Die ältere Hefe wird dann stets mit frischer Hefe gemischt in den Handel gebracht.

Eine gute Preßhefe zeigt sich von gelblich-weißer Farbe mit obstartigem angenehmen Geruche und muschligem Bruche. In Wasser verteilt muß sie sich rasch absetzen.

Im Hayduckschen Apparate zur Gärkraftbestimmung entwickelt eine gute Preßhefe 250—300 cc Kohlensäure.

Die Preßhefe enthält durchschnittlich 75 pCt. Wasser.

Die Ausbeute an Preßhefe beträgt bei dem vorstehend skizzierten älteren Verfahren im höchsten, selten erreichten Falle 13 pCt. von der angewendeten Schrotmenge.

Als gute Spiritusausbeute gelten 28 Liter-pCt. von 100 kg Schrot.

Das neuere oder sogenannte Lufthefeverfahren.

Bei diesem Verfahren wird von der längst bekannten Tatsache, daß die Vermehrung der Hefe wesentlich gefördert werde, wenn ihr während der Gärung Luft zugeführt wird, praktischer Gebrauch gemacht. Von dem älteren Verfahren unterscheidet es sich ferner wesentlich durch die Anwendung klarer, treberfreier Würzen. Dadurch ist man in Stand gesetzt, die ganze Menge der Hefe zu gewinnen, während man beim älteren „Maischhefeverfahren" nur einen Teil derselben gewinnt. Erhebt sich, wie bereits erwähnt, bei diesem Verfahren die Ausbeute niemals über 13 pCt. vom Schrotgemenge, so kann man mit jenem 30 pCt. Ausbeute erreichen. Kein Wunder, daß das Lufthefeverfahren berufen erscheint, das ältere allmählich ganz zu verdrängen.

Die maschinellen Einrichtungen und der ganze Betrieb sind bei diesem Verfahren mehr für den Großbetrieb zugeschnitten, so daß mit Einführung desselben die kleinen Hefefabriken kaum mehr in der Konkurrenz mit jenem werden bestehen können.

Die Operationen beim Lufthefeverfahren sind:

1. Die Zerkleinerung der Rohmaterialien.
2. Das Maischen.
3. Die Trennung der Würze von den Trebern.
4. Das Kühlen der Würze.
5. Das Anstellen der Würze mit Hefe.
6. Die Lüftung und Vergärung der Würzen.
7. Das Absetzen der Hefe.
8. Das Waschen der Hefe.
9. Das Pressen der Hefe.

Erfolgt das Anstellen nicht mit Lufthefe, so kommen hier, wie beim älteren Verfahren, noch die Operationen zur Bereitung der Ansatzhefe hinzu. Als weitere Operation kommt noch die Gewinnung des Alkohols durch Destillation in Betracht.

Nachstehende allgemeine Angaben über die Ausführung des Lufthefeverfahrens entnehmen wir der Zeitschrift „Alkohol" 1892, S. 234.

Als Rohmaterialien verwendete man ursprünglich ausschließlich Roggen und Gerstenmalz. Neuerdings setzt man Mais, Buchweizen und auch Weizen zu; jedoch nimmt man wohl in allen Fällen mehr Malz — bis zu 70 pCt. — als beim älteren Verfahren.

Die Zerkleinerung der Rohmaterialien richtet sich nach der Art, wie später die Würze von den Trebern getrennt werden soll, ob — wie in der Bierbrauerei — durch Abläutern oder mittels Filterpressen. Im ersteren Falle hat man darauf zu achten, daß die Hülsen nicht zu sehr zerkleinert werden, damit sie nachher als Filtermaterial dienen können. Das Malz — Grün- oder Luft- oder auch Darrmalz — wird gequetscht, bezw. grob geschroten, der Mais wird wie beim alten Verfahren behandelt.

Das Maischen. Je nach der Beschaffenheit des Rohmaterials, ob feiner oder gröber zerkleinert, geht dem Maischen eine kürzere (2—3 Stunden) oder längere (12—14 Stunden dauernde) Macerierung des Schrotgemenges mit schwach angesäuertem Wasser voraus (50—125 cc gewöhnlicher Salzsäure pro 50 kg Schrot).

Durch Zubrühen von heißem Wasser steigert man darauf die Temperatur unter nicht zu raschem Gange des Rührwerkes auf 40—42° R, um mit dem gargekochten Mais dann auf 50—52° R zu kommen, welche Temperatur man 1 bis 1½ Stunden einhält.

Die Trennung der Würze von den Trebern geschieht, wie bereits erwähnt, durch Abläutern oder mittels Filterpressen. Zum Abläutern bedient man sich der Bottiche mit Siebboden — Läuter-Bottiche —, wie solche in der Bierbrauerei gebräuchlich sind.

Die Filterpressen, welche mit direkter Dampfleitung versehen sind, damit sie vor dem Abpressen der Treber sterilisiert werden können, werden zur Beschleunigung der Filtration möglichst groß genommen; der zuerst trüb laufende Anteil der Würze wird auf den Apparat zurückgegeben.

Die Kühlung der vollkommen blank laufenden Würze erfolgt auf 19—20° R. Man bedient sich mit Vorteil der Berieselungskühler.

Das Anstellen der Würze geschieht in großen Gärbottichen mit Preßhefe, oder mit, wie beim älteren Verfahren bereiteter, Mutterhefe. Die Anstelltemperatur ist 18—19° R, die Konzentration der Würze 8½ bis höchstens 10 pCt. Ball. Wegen der infolge des Lüftens sehr starken Schaumentwicklung müssen die Gärbottiche im Verhältnis zur Würze einen entsprechend größeren Fassungsraum haben. Auf etwa 1000 Liter Würze rechnet man 1500—1750 Liter Bottichraum. Der Durchmesser beträgt dabei etwa zwei Drittel der Höhe. Auf dem Boden des Gärbottichs ist bis zu etwa zwei Drittel der Würzebefüllung eine Kühlschlange angebracht. Etwa 5 cm über dem Boden des Gärbottichs mündet das Luftzuführungsrohr in einen 8—12armigen Verteilungsstern, welcher mit seitlich oder nach unten gerichteten feinen Oeffnungen von 1 mm Durchmesser versehen ist.

Sobald der Bottich mit zwei Dritteln der Würze beschickt ist, wird angestellt. Gleichzeitig beginnt man mit der Zuführung der Luft. Anfangs wird weniger stark gelüftet, allmählich steigert man die Menge der zugeführten Luft. Letztere wird durch Kompressoren von 12—13 cbm Leistung pro 1 Stunde und 1000 Liter zu

verarbeitender Würze geliefert. Um anfangs mit geringerer Luftzufuhr arbeiten zu können, sind an den Luftzuleitungsrohren Sicherheitsventile angebracht, durch welche man einen Teil der komprimierten Luft entweichen lassen kann. Das Luftansaugerohr des Kompressors leitet man über dem Dache ins Freie. Vor dem Kompressor wird ein Luftfilter (System Möller) eingeschaltet.

Die Gärung beginnt in Folge der hohen Anstelltemperatur und des Lüftens alsbald nach dem Anstellen. Auf der Oberfläche der Würze bildet sich ein Schaum von durchsichtigen, größeren oder kleineren Blasen, allmählich wird der Schaum opalisierend, schließlich weiß und dicht, vom Aussehen der Schlagsahne. Er erfüllt nun den ganzen Bottich. Die Temperatur steigt während der Gärung auf 23 bis 24° R. Eine stärkere Erwärmung verhindert man durch Kühlen. Die Gärdauer schwankt zwischen 7 und 20 Stunden. Sie hängt ab von der Höhe der Anstelltemperatur, der Menge der Stellhefe, der Beschaffenheit der Hefe und der Luftzuführung. Nach Beobachtungen von Delbrück muß es möglich sein, die Gärung stets in 7 Stunden zu Ende zu führen.

Unter normalen Verhältnissen soll die Würze auf etwa 0,2 pCt. Ball. vergären, nach dem Absetzen der Hefe gemessen. Minder gute Vergärung läßt zunächst auf Fehler in der Gärungsführung schließen.

Das Absetzen der Hefe. Nachdem die Würze vergoren ist, wird bei Verminderung der Luftzufuhr und mit voller Wirkung der Gärbottichkühlschlangen möglichst rasch herabgekühlt. Hat die Würze eine Temperatur von 12—15° R erreicht, so wird sie nach den Absetz- oder Hefenbassins übergepumpt. Es sind das flache Bottiche von 30—35 cm Höhe, welche mit Wasserleitung und einer Vorrichtung zum Abziehen des Wassers versehen sind. Es können zwei bis vier solcher Bassins über einander aufgestellt werden.

Hat sich die Hefe abgelagert, so zieht man die darüberstehende vergorene Würze ab und befördert sie nach einem Sammelgefäße, von wo aus das Abbrennen der Würze stattfindet.

Der Bodensatz wird je nach den Ansprüchen der Kundschaft noch zwei- bis dreimal mit Wasser gewaschen. Nach Entfernung des letzten Waschwassers leitet man den zurückbleibenden Hefebrei in ein Sammelgefäß, welches durch eine Rohrleitung mit der Speisepumpe der Hefenfilterpresse verbunden ist. Es erfolgt nun das Pressen und Formen der Hefe, wie beim älteren Verfahren.

Die Ausbeute beträgt, wie bereits erwähnt, bis zu 30 pCt. vom angewendeten Schrote.

Branntweinsteuer.

Für das ganze deutsche Reich gilt gegenwärtig mit einigen nachträglichen Abänderungen das Branntweinsteuergesetz vom 24. Juni 1887, welches am 1. Oktober 1887 in Wirksamkeit getreten ist.

Nach diesem Gesetze wird die Branntweinsteuer erhoben:

1. als Verbrauchsabgabe,
2. als Maischbottichsteuer,
3. als Materialsteuer,
4. als Zuschlag zur Verbrauchsabgabe.

Verbrauchsabgabe.

(Gegenstand und Höhe der Verbrauchsabgabe. Der im Gebiete der Branntweinsteuergemeinschaft hergestellte Branntwein unterliegt vom 1. Oktober 1887 ab einer Verbrauchsabgabe und zu diesem Zwecke der steuerlichen Kontrole. Die Verbrauchsabgabe beträgt von einer Gesamtjahresmenge, welche 4,5 l reinen Alkohols auf den Kopf der bei der jedesmaligen letzten Volkszählung ermittelten Bevölkerung des Gebietes der Branntweinsteuergemeinschaft gleichkommt, 0,50 Mark für das Liter reinen Alkohols, von der darüber hinaus hergestellten Menge 0,70 Mark für das Liter reinen Alkohols. Die Gesamtjahresmenge, von welcher der niedrigere Abgabensatz zu entrichten ist, sowie der Betrag des niedrigeren Abgabensatzes selbst sollen alle drei Jahre einer Revision unterliegen.*) Von der Verbrauchsabgabe befreit und bei Feststellung der nach Vorstehendem maßgebenden Jahresmenge außer Ansatz bleibt:

1. Branntwein, welcher ausgeführt wird.

2. Branntwein, welcher zu gewerblichen Zwecken, einschließlich der Essigbereitung, zu Heil-, zu wissenschaftlichen oder zu Putz-, Heizungs-, Koch- oder Beleuchtungszwecken verwendet wird, nach näherer Bestimmung des Bundesrates. Die Brennereibesitzer sind gegen Uebernahme der Kosten berechtigt, die amtliche Denaturierung ihres Branntweines in ihren Brennereien zu verlangen.

Die Verbrauchsabgabe ist zu entrichten, sobald der Branntwein aus der steuerlichen Kontrole in den freien Verkehr tritt. Zur Entrichtung der Abgabe ist derjenige verpflichtet, welcher den Branntwein zu freier Verfügung erhält.

Gegen Sicherheitsstellung ist die Abgabe zu stunden. Für eine Frist bis zu drei Monaten kann jedoch die Abgabe auch ohne Sicherheitsbeistellung gestundet werden.

(Schutzbestimmungen.) In den Brennereien sind nach näherer Anordnung der Steuerbehörde mit dem Destillierapparate in fester Verbindung stehende Sammelgefäße aufzustellen, in welche der gesamte gewonnene Branntwein geleitet wird, sowie alle sonstigen Einrichtungen zu treffen, welche die Steuerbehörde zur Sicherung gegen heimliche Ableitung oder Entnahme von alkoholhaltigen Dämpfen, Lutter, oder Branntwein für erforderlich erachtet.

Die Kosten für die erstmalige Anschaffung der Sammelgefäße, der Meßapparate, der Ueberrohre und der Kunstschlösser trägt die Branntweinsteuergemeinschaft.

Wenn der Brennereibetrieb unterbrochen oder ein amtlicher Verschluß oder einer derjenigen Teile der Brennereigeräte einschließlich der Sammelgefäße und des Meßapparates, aus welchem eine heimliche Ableitung oder Entnahme von alkoholhaltigen Dämpfen oder Lutter oder Branntwein möglich ist, verletzt wird, so ist dies mit Beachtung der dieserhalb zu erlassenden näheren Anordnungen alsbald

---

*) Abänderung vom 8. Juni 1891. Bei der erstmaligen Neubemessung der Jahresmenge Branntwein, welche die einzelnen Brennereien zum niedrigeren Satze der Verbrauchsabgabe herstellen dürfen, werden für diejenigen bisher beteiligten landwirtschaftlichen Brennereien, welche in keinem der Jahre 1887/88 bis 1889/90 mehr als 267 750 l Bottichraum bemaischt haben, statt der in den letzten drei Jahren durchschnittlich zum niedrigeren Abgabensatze hergestellten Jahresmengen um ein Fünftel der letzteren erhöhte Mengen in Rechnung gestellt.

nach erfolgter Wahrnehmung, spätestens nach 24 Stunden der Steuerbehörde anzuzeigen.

Der erzeugte Branntwein ist in der Brennerei von der Steuerbehörde nach Menge und Stärke festzustellen und verbleibt unter steuerlicher Kontrole, bis er zur Ausfuhr oder behufs Verwendung zu gewerblichen ꝛc. Zwecken abgefertigt oder bis die Verbrauchsabgabe gezahlt oder gestundet wird.

Wer es unternimmt, die Verbrauchsabgabe von Branntwein zu hinterziehen oder eine Vergütung der Verbrauchsabgabe zu erlangen, welche überhaupt nicht oder nur zu einem geringeren Vergütungssatze oder für eine nur geringere Menge zu beanspruchen war, macht sich einer Defraudation der Verbrauchsabgabe schuldig. Außer mit sehr bedeutenden Geldstrafen kann die Defraudation mit Gefängnis bis zu einem Jahre bestraft werden.

(Verteilung der Einnahmen und der Verbrauchsabgabe.) Der Reinertrag der Verbrauchsabgabe ist den einzelnen Bundesstaaten nach Maßgabe der matrikularmäßigen Bevölkerung, mit welcher sie zum Gebiet der Branntweinsteuer gehören, zu überweisen.

(Maischbottichsteuer.) Die Erhebung der Maischbottichsteuer erfolgt nur

a) in den landwirtschaftlichen Brennereien, d. h. in denjenigen ausschließlich Getreide oder Kartoffeln verarbeitenden Brennereien, bei deren Betrieb die sämtlichen Rückstände in einer oder mehreren, den Brennereibesitzern gehörenden oder von denselben betriebenen Wirtschaften verfüttert werden oder der erzeugte Dünger vollständig auf dem den Brennereibesitzern gehörigen oder von denselben bewirtschafteten Grund und Boden verwendet wird;
b) in denjenigen Brennereien, welche Melasse, Rüben oder Rübensaft verarbeiten.

Die Maischbottichsteuer beträgt 1,31 Mark für jedes Hektoliter des Rauminhaltes der Maischbottiche und für jede Einmaischung. Bei der Steuerberechnung bleibt der überschießende Rauminhalt, welcher 25 l nicht erreicht, außer Betracht.

In landwirtschaftlichen Brennereien, welche nur während eines Zeitraumes von höchstens 8½ Monaten innerhalb der Zeit vom 1. September bis 15. Juni betrieben werden, wird die Maischbottichsteuer:

a) wenn an einem Tage durchschnittlich nicht mehr als 1050 l Bottichraum bemaischt werden, nur zu sechs Zehnteln,
b) wenn an einem Tage durchschnittlich nicht mehr als 1500 l Bottichraum bemaischt werden, nur zu acht Zehnteln,
c) wenn an einem Tage durchschnittlich nicht mehr als 3000 l Bottichraum bemaischt werden, nur zu neun Zehntel

des in Absatz 1 festgesetzten Steuerbetrages erhoben.

Gelangen während eines Kalendermonats in einer der bezeichneten Brennereien mehr als 1050 bezw. 3000 l durchschnittlich täglich zur Bemaischung, so wird für den betreffenden Kalendermonat der entsprechend höhere Steuersatz erhoben.

Der Anspruch auf die Steuerbegünstigung geht nicht verloren, wenn in einer der bezeichneten Brennereien im Zwischenbetriebe nicht mehlige Stoffe allein verarbeitet werden.

(Branntweinmaterialsteuer.) An Branntweinmaterialsteuer ist zu entrichten:

a) vom Hektoliter Treber vom Kernobst und eingestampfte Weintreber . . . . 0,25 M.
b) vom Hektoliter Kernobst . . . . 0,35 „
c) vom Hektoliter Beerenfrüchte aller Art . . . . 0,45 „
d) vom Hektoliter Brauereiabfälle, Hefenbrühe, gepreßte Weinhefe und Wurzeln aller Art . . . . 0,50 „
e) vom Hektoliter Trauben oder Obstwein, flüssige Steinhefe, Steinobst . . . . 0,85 „

Die Materialsteuer wird

a) in denjenigen Brennereien, welche in einem Jahre nicht mehr als 50 l reinen Alkohols erzeugen, nur zu vier Zehnteln,
b) in denjenigen, welche in einem Jahre mehr als 50 l, jedoch nicht mehr als 1 hl reinen Alkohols erzeugen, nur zu acht Zehnteln

der im Absatz 1 festgesetzten Steuerbeträge erhoben.

(Abfindung.) Für diejenigen landwirtschaftlichen Brennereien, welche in einem Betriebsjahre nicht mehr als 1500 hl Bottichraum bemaischen, sowie für diejenigen Brennereien, welche, mit Ausnahme von Melasse, Rüben und Rübensaft verarbeiten, kann von der Landesregierung unter Nachlaß der nach der bestehenden Gesetzgebung angeordneten Betriebseinrichtungen und Kontrolen angeordnet werden, daß bei Einhaltung der hierüber zu erlassenden Verwaltungsvorschriften die Steuer von derjenigen Material- oder Maischmenge, welche während der erklärten Betriebszeit mit der zum Gebrauch bestimmten Brennvorrichtung nach ihrer Leistungsfähigkeit abgetrieben werden kann, im Voraus durch die Steuerbehörde bindend festgesetzt wird.

(Rückvergütung.) Eine Rückvergütung der Maischbottich- oder Branntweinmaterialsteuer kann nach näherer Bestimmung des Bundesrates außer für gewerbliche Zwecke auch für Branntwein bewilligt werden, welcher zu Heil-, wissenschaftlichen oder zu Putz-, Heizungs-, Koch- oder Beleuchtungszwecken Verwendung findet.

(Zuschlag zur Verbrauchsabgabe.) In den gewerblichen Brennereien, d. h. in denjenigen Brennereien, welche mehlige Stoffe verarbeiten, aber nicht zu den landwirtschaftlichen gehören, oder welche Mischungen aus mehligen oder nicht mehligen Stoffen verarbeiten, findet (sofern sie nicht Melasse-, Rüben- oder Rübensaftbrennereien sind) die Erhebung der Maischbottichsteuer nicht mehr statt. Von dem in solchen Brennereien hergestellten Branntwein wird, soweit er der Verbrauchsabgabe unterliegt, ein Zuschlag zu dieser erhoben, welcher 0,20 Mk. für das Liter reinen Alkohols beträgt.

In gleicher Weise sind auf Antrag andere als gewerbliche Brennereien, welche nicht Melasse, Rüben oder Rübensaft verarbeiten, seitens der Landesregierung von der Erhebung der Maischbottich- oder Branntweinmaterialsteuer freizulassen.

Insofern landwirtschaftliche Brennereien, welche Getreide verarbeiten, hiervon Gebrauch machen wird:

a. von Branntwein, welcher in Brennereien hergestellt worden ist, die in einem Jahre nicht mehr als 100 hl reinen Alkohols erzeugen, nur ein Zuschlag von 0,12 Mk.,

b. von Branntwein, welcher in Brennereien hergestellt ist, die in einem Jahre mehr als 100 jedoch nicht über 150 hl reinen Alkohols erzeugen, nur ein Zuschlag von 0,14 Mk. für das Liter reinen Alkohols erhoben.

Insofern Brennereien, welche der Materialsteuer unterliegende Stoffe verarbeiten, von der im Absatz 3 gewährten Befugnis Gebrauch machen, wird:

a. von Branntwein, welcher in Brennereien hergestellt worden ist, die in einem Jahre nicht mehr als 50 l reinen Alkohols erzeugen, nur ein Zuschlag von 0,08 Mk.,

b. von Branntwein, welcher in Brennereien hergestellt worden ist, die in einem Jahre mehr als 50 l, jedoch nicht über 1 hl reinen Alkohols erzeugen, nur ein Zuschlag von 0,16 Mk. für das Liter reinen Alkohols erhoben.

Landwirtschaftliche Brennereien, welche in einem Tage mehr als 1500 l Bottichraum bemaischen, unterliegen, sofern sie während der Zeit vom 16. Juni bis 31. August betrieben werden, für diese Zeit statt der Maischbottichsteuer dem nach Ziffer I Abs. 1 von den gewerblichen Brennereien zu zahlenden Zuschlag zur Verbrauchsabgabe. Die gleiche Besteuerung tritt, sofern sie innerhalb der Zeit vom 1. September bis 15. Juni länger als während eines Zeitraumes von höchstens 8½ Monaten betrieben werden, für den diesen Zeitraum überschreitenden Betrieb ein.

(Zoll.) Der Zoll für aus dem Zollauslande eingehenden Branntwein beträgt:

Branntwein aller Art, auch Arrak, Rum, Franzbranntwein und versetzte Branntweine in Fässern und Flaschen:

1. für Liqueure 180 Mk. für 100 kg,
2. für alle übrigen Branntweine
   a. in Fässern 125 Mk.,
   b. in Flaschen, Krügen oder anderen Umschließungen 180 Mk. für 100 kg.

(Uebergangsabgabe.) Von dem aus dem freien Verkehr derjenigen Teile des deutschen Zollgebietes, welche nicht zur Branntweinsteuergemeinschaft gehören, eingehenden Branntwein, werden, soweit nicht der Nachweis vorgängiger Verzollung geführt wird, an Uebergangsabgabe 96 Mk. für einen Hektoliter reinen Alkohols erhoben.

(Denaturierung.) Als allgemeines Denaturierungsmittel dient ein Gemisch von 4 Teilen Holzgeist und 1 Teil Pyridinbasen, welches dem zu denaturierenden Branntwein in dem Verhältnisse von 2½ Liter zu je 100 Liter reinen Alkohols hinzugesetzt werden.

Gewerbetreibenden kann gestattet werden, die Denaturierung von Branntwein für den eigenen gewerblichen Bedarf statt mit dem allgemeinen Denaturierungsmittel mit Pyridinbasen in der vorgeschriebenen Beschaffenheit in dem Verhältnis von ½ Liter zu je 100 Liter reinen Alkohols oder auch mit 5 pCt. Holzgeist von der vorgeschriebenen Beschaffenheit vorzunehmen.

Außerdem sind in besonderen Fällen als Denaturierungsmittel zulässig, Essig, Terpentinöl, Tieröl, Schwefeläther, Schellacklösung.

Von der Denaturierung ausgeschlossen ist Branntwein, welcher eine wahre Stärke von weniger als 73 Gewichtsprozent hat, parfümierter oder sonst versetzter Branntwein, sowie Mengen unter 1 hl.

Die Branntweinbrennerei im deutschen Branntweinsteuergebiete während des Betriebsjahres 1889/90.

Verwaltungsbezirke	Gesamtzahl der im Laufe des Betriebsjahres in Betrieb gewesenen Brennereien	Hiervon (Spalte 2) haben hauptsächlich mehlige Stoffe verarbeitet	Darunter (Spalte 3) Brennereien mit Preßhefenfabrikation	Die Gesamtmenge von reinem Alkohol betrug hl	Die zum niedrigen Verbrauchsabgabensatze zu versteuernde Alkoholmenge ist für die in Betrieb gewesenen Brennereien festgesetzt auf hl
1	2	3	4	5	6
I. Preußen:					
1. Ostpreußen . . .	314	314	5	121 871	71 607
2. Westpreußen . .	274	272	3	225 650	131 927
3. Brandenburg . .	604	600	35	516 287	311 272
4. Pommern	369	369	22	328 156	172 311
5. Posen	446	445	1	482 330	288 800
6. Schlesien	887	883	23	433 966	285 061
7. Sachsen m. Enkl.	325	317	16	476 492	131 678
8. Schleswig-Holst.	42	42	34	77 739	19 915
9. Hannover	348	345	219	100 280	60 903
10. Westfalen	664	647	432	83 577	39 119
11. Hessen-Nassau .	386	310	8	16 674	12 224
12. Rheinland . . .	1 427	655	315	59 195	37 472
13. Hohenzollern . .	117	54	—	184	349
Summa I. Preußen	6 203	5 253	1 113	2 622 401	1 562 638
II. Baiern	4 199	1 655	10	138 921	137 698
III. Königreich Sachsen	585	579	7	153 502	93 054
IV. Württemberg	4 791	2 203	10	18 909	40 511
V. Baden	13 612	1 495	5	44 375	37 794
VI. Großh. Hessen . . .	277	192	—	13 349	10 337
VII. Mecklenburg	47	47	17	41 796	23 154
VIII. Thüringen	106	105	—	7 012	5 561
X. Oldenburg	34	34	24	5 726	4 170
X. Braunschweig . . .	34	32	3	18 894	15 835
XI. Anhalt	41	38	—	39 536	30 748
XII. Lübeck	2	2	2	1 311	507
XIII. Bremen	36	36	12	2 655	2 045
XIV. Hamburg	11	11	11	27 543	11 175
XV. Elsaß-Lothringen .	19 202	49	—	8 871	1 805
Ueberhaupt im Betriebsjahre 1889/90	49 180	11 731	1 214	3 144 801	1 977 032

Von sämtlichen im deutschen Branntweinsteuergebiete während des Betriebsjahres 1889/90 in Thätigkeit gewesenen Brennereien verarbeiteten hauptsächlich:

	Zahl der Brennereien	deren Erzeugung an reinem Alkohol
1. Kartoffeln:		
landwirtschaftliche . . .	6 611	2 517 308
gewerbliche	15	14 402
zusammen	6 626	2 531 710

	Zahl der Brennereien	deren Erzeugung an reinem Alkohol
2. Getreide:		
landwirtschaftliche . . .	4 189	163 159
gewerbliche	916	346 461
zusammen	5 105	509 620
3. Melasse	18	84 155
4. Andere nichtmehlige Materialien	37 431	19 316
Ueberhaupt	49 180	3 144 801.

Die innerhalb des deutschen Branntweinsteuergebietes im Betriebsjahre 1889/90 erhobenen Branntweinsteuerbeträge ergaben:

I.	Maischbottichsteuer	34 426 005 *M.*
II.	Materialsteuer	281 511 „
III.	Verbrauchsabgabe von	
	a. 0,50 *M.* pro Liter reinen Alkohols . . .	53 908 429 „
	b. 0,70 „ „ „ „ „ . . .	83 138 669 „
IV.	Zuschlag zur Verbrauchsabgabe	5 911 907 „
	zusammen	177 666 521 *M.*

Zurückvergütet wurden für ausgeführten oder zu gewerblichen Zwecken bestimmten Branntwein an Maischbottich- und Materialsteuer 11 988 977 *M.*, desgleichen an Verbrauchsabgabe für ausgeführte Fabrikate 273 752 *M.*

Die Ausfuhr von rohem und raffiniertem Spiritus aus dem deutschen Zollgebiete betrug 359 371 Doppelzentner.

Sechster Abschnitt.

Bierbrauerei.

Unter Bier versteht man ein aus Cerealien unter Zusatz von Hopfen durch Gärung bereitetes, alkohol- und kohlensäurehaltiges Getränk, welches neben diesen Stoffen die teils direkt löslichen, teils auf dem Wege chemischer Prozesse löslich gewordenen Bestandteile des Rohmaterials enthält.

Das hauptsächlichste Rohmaterial für die Bierbrauerei ist die Gerste. Als teilweiser Ersatz für dieselbe finden gelegentlich Reis und Mais, seltener andere Getreidearten oder Zucker Verwendung; zur Bereitung gewisser obergäriger Biere verwendet man Weizen.

Wir haben uns im Folgenden vorzugsweise mit der Bereitung des Bieres aus Gerste zu befassen.

Die Operationen der Bierbrauerei sind folgende:

I. die Malzbereitung, welche umfaßt das Weichen und Keimen der Gerste und das Darren des Grünmalzes;

II. das eigentliche Brauen mit dem Maischen, der Gewinnung der Würze, dem Kochen der Würze mit Hopfen;

III. die Gärung, welche in die Haupt- und Nachgärung zerfällt. Der Gärung geht das Kühlen der gekochten Würze auf die Gärtemperatur voraus.

Zunächst haben wir die Rohmaterialien der Bierbrauerei kurz zu betrachten.

Rohmaterialien der Bierbrauerei.

Die Gerste. Die Gerste wird als Winter- und Sommerfrucht gebaut. Zum Bierbrauen dient fast ausschließlich Sommergerste und zwar hauptsächlich die zweizeiligen Varietäten von Hordeum distichum nutans und erectum, während vier- und sechszeilige Gerstensorten nur ausnahmsweise in Betracht kommen. Besonders geschätzt sind als Braugerste die Chevaliergerste und deren Abkömmlinge, die Hannagerste, die ungarische Gerste, dann verschiedene sog. Landgersten, welche

zum Teil sich durch sorgfältige Kultur von einheimischen Gersten entwickelt haben, wie die Frankengerste, die bayerische Riesgerste, die Saalegerste u. a. Namentlich in den letzten Jahren hat man der Kultur der Braugerste erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt und dieselbe durch Gerstenausstellungen, Prämiierung der besten Erzeugnisse u. dgl. wesentlich gefördert.

Eine gute Braugerste muß einmal eine möglichst hohe Extraktausbeute liefern, dann sich leicht verarbeiten lassen und bei sachgemäßer Behandlung ein haltbares Bier geben. Die zu erwartende Extraktausbeute ist in erster Linie abhängig von dem Stärkemehlgehalt, auf die Verarbeitung sind von Einfluß der Proteïngehalt, welcher ein gewisses Maß nicht überschreiten soll und hauptsächlich die Keimfähigkeit der Gerste.

Zur Beurteilung der Qualität der Braugerste dienen folgende Merkmale:

1. Die Farbe der Gerste. Dieselbe soll gelblich weiß sein, die der Spitzen hellgelb, nicht braun. Eine gelblich-braune oder graue Farbe des Korns gilt als schlechtes Zeichen und braune Spitzen, wie die dunkle Mißfarbe überhaupt, deuten darauf hin, daß die Gerste feucht eingebracht oder aufbewahrt wurde, wodurch die Keimfähigkeit leidet. Es darf indessen nicht verhehlt werden, daß auf die Farbe vielfach ein übertriebener Wert gelegt, und daß sehr häufig auch weniger gute gefärbte Gersten eine tadellose Keimfähigkeit aufweisen.

2. Der Geruch soll frisch, strohartig und auf keinen Fall dumpf oder schimmelig sein.

3. Die Reinheit. Die Gerste soll frei von Verunreinigungen aller Art, von Unkrautsamen, halben und verletzten Körnern sein.

4. Die Korngröße. Die Körner seien von gleicher Größe und möglichst voll. Kleine Körner weichen rascher als große, wodurch bei Verarbeitung eines Gemenges von beiden Ungleichmäßigkeit im Weichen und damit auch im Keimen hervorgerufen wird.

5. Das Hektolitergewicht. Da das Stärkmehl von den Bestandteilen der Gerste das höchste spezifische Gewicht besitzt, so wird im allgemeinen eine Gerste von hohem Hektolitergewicht auch besonders wertvoll sein. Es ist allerdings auch zu beachten, daß das Volumgewicht unter Umständen auch trügen kann, insofern eine bauchige, sich weniger dicht aufeinander legende stärkemehlreiche Gerste auch ein niedrigeres Volumgewicht zeigen kann, als eine flache, vielleicht noch glasige und dicht sich aneinander legende. Es wurde daher der Wert des Hektolitergewichts überhaupt für die Beurteilung der Gerste wiederholt in Frage gestellt.

Das Hektolitergewicht	beträgt	für	schwere	Gersten	68—72 kg,	selten darüber,
„	„	„	„ mittlere	„	64—67 „	
„	„	„	„ leichte	„	62—63 „	

6. Die Feinschaligkeit. Je feinschaliger eine Gerste ist, desto geringer ist der Spelzenanteil am Korngewicht, desto höher damit die zu erwartende Extraktausbeute. Bemerkenswert ist, daß die Feinschaligkeit keine konstante Sorteneigenschaft zu sein scheint, sondern vorwiegend von klimatischen Einflüssen bedingt wird. So beobachtete man, daß besonders dünnspelzige Sorten im folgenden Jahre zu den dickspelzigeren gehörten.

7. Die Beschaffenheit des Mehlkörpers. Man unterscheidet mehlige, halbmehlige und glasige Gerste, je nachdem das Korn auf dem Durchschnitt sich kreidig oder mehr durchscheinend glasig zeigt. Mehlige Gerste ist der glasigen für Brauzwecke vorzuziehen, da sie gleichmäßiger weicht und keimt und ein Malz von besserer Auflösung liefert. Ganz mehlige Gersten sind jedoch selten. Ein gewisser Prozentsatz von glasigen Körnern dürfte sich in den meisten Gersten vorfinden. In den letzten Jahren waren die glasigen Gersten sogar überwiegend vertreten. Bei sachgemäßer Führung des Mälzungsprozesses kann man auch aus glasiger Gerste ein gutes Malz erzielen.

8. Keimfähigkeit und Keimungsenergie. Die Keimfähigkeit darf wohl als die wichtigste Eigenschaft der Braugerste bezeichnet werden. Die Keimfähigkeit soll daher auch eine möglichst hohe sein und für garantiert keimfähige Gerste nicht unter 96 pCt. betragen, d. h. von 100 Körnern sollen bei gewöhnlicher Temperatur mindestens 96 keimen. Bei 90 pCt. ist die Keimfähigkeit bereits als schlecht zu bezeichnen. Während die Keimfähigkeit den Prozentsatz der keimfähigen Körner insgesamt angiebt, wird die Keimungsenergie ausgedrückt durch die Anzahl jener Körner, welche in bestimmten Zeiträumen gleichzeitig gekeimt haben. Man kann so die Keimungsenergie ermitteln nach 24, 48 und 72 Stunden, indem man die Zahl der nach jenen Zeiträumen gekeimten Körner feststellt. Die Keimungsenergie giebt somit Aufschluß über die Gleichmäßigkeit, mit welcher eine Gerste keimt. Für die Keimungsenergie sind bis jetzt keine Normen festgestellt; doch wird man von einer guten Braugerste erwarten dürfen, daß bei Zimmertemperatur nach 48 Stunden mindestens 80 pCt. und nach 72 Stunden alle keimfähigen Körner ausgekeimt haben.

Die chemischen Bestandteile der Gerste.

Für die mittlere Zusammensetzung einer guten Braugerste mögen folgende Zahlen angeführt werden:

	Wasser	Proteïn	Stärke	Sonstige stickstofffreie Stoffe	Fett	Rohfaser	Asche
pCt.	14	9	62	3,5	2,5	6,5	2,5.

Die Proteïnsubstanzen der Gerste sind größtenteils in Wasser unlöslich und bestehen nach Ritthausen aus Glutenkaseïn, Glutenfibrin, Mucedin und Albumin. Das lösliche Eiweiß beträgt durchschnittlich 0,5 pCt. des Gesamtproteïns.

Unter den löslichen Stickstoffverbindungen findet sich stets ein diastatisches Ferment, welches ein kräftiges Umwandlungs- aber kaum ein Lösungsvermögen für Stärke besitzt. In der Rohfruchtbrauerei dürfte dieses Ferment keine ganz untergeordnete Rolle spielen.

Sogenannte Amide finden sich in normaler Gerste nicht in nennenswerter Menge.

Ein zu hoher Proteïngehalt ist bei der Braugerste nicht erwünscht. Man will bei der Verarbeitung von Gersten mit mehr als 10 pCt. Proteïn keine günstigen Erfahrungen gemacht haben. Insbesondere soll das Abläutern der Würze mit Schwierigkeiten verbunden sein und die Haltbarkeit des Bieres beeinträchtigt werden. Dazu kommt, daß proteïnreiche Gersten meist arm an Stärkemehl sind.

Das Stärkemehl der Gerste besteht aus linsenförmigen und kugeligen Körnchen (vgl. S. 60). Von der Kartoffelstärke unterscheidet sich die Gerstenstärke wesentlich durch ihre Verkleisterungstemperatur und ihr Verhalten gegen Diastase. Während die Gerstenstärke schon bei 50° C anfängt aufzuquellen, liegt die Temperatur der

völligen Verkleisterung doch erst bei 80° C. Auf Kartoffelstärke wirkt die Diastase erst nach völliger Verkleisterung energisch ein. Gerstenstärke wird schon bei gewöhnlicher Temperatur (unverkleistert) von der Diastase allmählich aufgelöst, mit steigender Temperatur nimmt die Intensität der Einwirkung rasch zu und bei 65° C werden bereits 96 pCt. der Stärke umgewandelt.

Die Summe der „sonstigen stickstofffreien Stoffe" ergiebt sich aus der Differenz der übrigen (bestimmbaren) Bestandteile von Hundert. Wir verfügen zur Zeit über keine Methode, die Menge jener Stoffe direkt zu ermitteln. Zweifellos gehören zu jenen Stoffen in erster Linie die sog. Pentosane (Holzgummi, Xylan, Araban), welche im Wasser unlöslich, mit Natronlauge extrahiert werden können und mit verdünnter Schwefelsäure bei der Hydrolyse, Xylose und Arabinose liefern.

Diese Stoffe nehmen, vielleicht in chemischer Verbindung mit der Cellulose, an der Zusammensetzung der verholzten Zelle teil. (Tollens.)

Im Anschluß hieran ist ein Gummi zu erwähnen, welches mit Wasser aus der Gerste extrahiert werden kann, das Galactoxylan $C_{11} H_{20} O_{10}$ und welches daher auch in die Würze und das Bier übergeht. Hierher gehören dann auch das α- und β-Amylan von O'Sullivan und eine Reihe von Pektinkörpern, deren Anwesenheit im Biere Ullik nachgewiesen, welche jedoch in sehr geringer Menge vorzukommen scheinen. Auf die Beschaffenheit des Bieres sind jene Körper jedenfalls nicht ganz ohne Einfluß.

Das Gerstenfett bezw. der Rückstand des ätherischen Auszugs von Gerste, welchen man in der Analyse als „Fett" anzuführen pflegt, besteht nach einer Untersuchung von Stellwaag aus freien Fettsäuren, Neutralfett, Lecithin und Cholesterin und zwar wurde in einem speziellen Falle erhalten:

13,62 pCt. freie Fettsäuren, 77,78 pCt. Neutralfett, 4,24 pCt. Lecithin, 6,08 Cholesterin.

Bei Untersuchung von Malzkeimen erhielt Stellwaag Resultate, welche auf eine Umwandlung von Fett in Cholesterin und wachsähnlichen Verbindungen beim Keimungsprozeß schließen lassen.

Die mittlere Zusammensetzung der Gerstenasche läßt sich in folgenden Zahlen ausdrücken: 100 Gewichtsteile Reinasche enthielten (E. Wolff):

P_2O_5	SO_3	SiO_2	Cl	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	F_2O_3
35,10	1,80	25,91	1,02	20,92	2,39	2,64	8,83	1,19

Sie besteht also vorwiegend aus Phosphaten von Kali und Magnesia.

Der Weizen. Der Weizen findet Verwendung in der obergärigen (Weißbierbrauerei) teils für sich, teils gemeinschaftlich mit Gerste. Wie aber die obergärige Bierbrauerei in bedeutend geringerem Umfange betrieben wird, als die untergärige (im deutschen Zollgebiete verhält sich die Menge des erzeugten obergärigen zu der des untergärigen Bieres ungefähr wie 1 : 3), so findet auch der Weizen eine viel beschränktere Anwendung zum Bierbrauen. Derselbe dient vielmehr in erster Linie als Brotfrucht. Bezüglich der Extraktausbeute und des Diastasegehaltes steht das Weizenmalz dem Gerstenmalz keineswegs nach. Wegen des Mangels einer Spelze ist das Abläutern bei der Verarbeitung von Weizen mit Schwierigkeiten verbunden, weshalb derselbe meist mit Gerstenmalz gemischt wird. Die Weizenstärke ist der Gerstenstärke sehr ähnlich; sie verhält sich gegen Wasser und Diastase wie diese.

Ueber die Zusammensetzung des Weizens siehe S. 75.

Der Mais. Derselbe findet in den amerikanischen Bierbrauereien ausgedehnte Verwendung, jedoch meist nicht mehr direkt, sondern nach einer vorbereitenden Bearbeitung, welche im wesentlichen in einem Schälen und Entkeimen das Maiskornes besteht. Letzteres besitzt nämlich einen sehr großen Embryo, welcher beträchtliche Mengen von Fett enthält. Dieses Fett ist bei Verarbeitungen von ungeschältem Maise von ungünstigem Einflusse auf den Geschmack des Bieres. Der geschälte und entkeimte Mais wird dann in der Regel noch gemahlen und kommt so als „Braumais" in den Handel.

Mittlere Zusammensetzung von ganzem Mais s. S. 75.

Braumais, geschält und entkeimt (Wahl und Henius):

Wasser	Rohfett	Stärke	Proteïn	Rohfaser	Asche
10,25	1,65	77,60	9,09	0,73	0,62 pCt.

Der Reis. In amerikanischen, norddeutschen und skandinavischen Brauereien wird besonders zur Erzeugung eines eiweißarmen, sehr haltbaren Exportbieres vielfach ein Teil des Malzes durch Reis ersetzt. Derselbe kommt geschält und gemahlen als Reismehl zur Verwendung. In Bezug auf Zusammensetzung und Eigenschaften ist der Braureis dem Mais sehr ähnlich:

Mittlere Zusammensetzung von Braureis (Wahl und Henius):

Wasser	Rohfett	Stärke	Proteïn	Rohfaser	Asche
10,25	1,65	77,89	9,19	0,73	0,84 pCt.

Roggen und Hafer können in geringem Umfange zu etwa $^1/_6$ zwar auch mit Gerstenmalz verarbeitet werden; jedoch dürften diese Materialien bei uns kaum verwendet werden. Sie geben eine geringe Extraktmenge und verursachen leicht trübe Biere.

Rohrzucker, Stärkezucker und Maltose finden als Malzsurrogate in Deutschland gleichfalls nur eine beschränkte Anwendung. In Bayern sind nach § 7 des Malzaufschlaggesetzes überhaupt alle Surrogate auch ungemälztes Getreide verboten. Zur Erzeugung von Braunbier darf dort nur aus Gerste bereitetes Malz verwendet werden.

Der Hopfen. Der Hopfen im Sinne des Brauers besteht aus den reifen Fruchtständen der weiblichen Blüten, Hopfenkätzchen oder Zapfen*) der Hopfenpflanze (humulus lupulus L.).

Die Hopfenpflanze ist ein rankendes, perennierendes Gewächs aus der Familie der Cannabineen (Ordnung Urticinae). Die Befruchtungsorgane sind auf zwei besondere Pflanzen verteilt. Die Bildung von männlichen und weiblichen Blüten an ein und derselben Pflanze ist eine abnorme und sehr seltene Erscheinung. Nur die weibliche Pflanze wird kultiviert. Um Samenbildung zu vermeiden, wird die männliche Pflanze aus den Hopfengärten möglichst fern gehalten. Samenhaltiger Hopfen soll weniger aromatisch sein. Andererseits wird behauptet, daß die weiblichen Hopfen größer werden und mehr Lupulin enthalten, wenn männliche Pflanzen unter den weiblichen gezogen werden, wie dieses in England vielfach geschehen soll.

*) Statt „Zapfen" ist auch die botanisch freilich unrichtige Bezeichnung „Dolde" gebräuchlich.

Die Kultur des Hopfens erfordert viel Sorgfalt und Aufmerksamkeit. Von hervorragendem Einflusse sind neben der Bodenbeschaffenheit die klimatischen Verhältnisse, insbesondere die an einem Orte gebotene Wärmemenge und deren Verteilung auf die Vegetationszeit.

Die Verbreitungszone des kultivierten Hopfens reicht in Europa etwa von 46—60°, im Osten Nordamerikas von 36 bis 45 Grad, im Westen von 36 bis 55 Grad nördlicher Breite.

Durch Kultur in verschiedenen Lagen haben sich eine Reihe von Sorten herausgebildet, welche indessen von sehr ungleicher Qualität sind. Der feinste Hopfen wird in Böhmen geerntet in der Umgegend von Saaz und Auscha. Berühmte Hopfen sind ferner die bayerischen aus der Gegend von Spalt und aus der Hallertau, von geringerer Qualität sind die bei Hersbruck, Altdorf, Laufen und Bamberg angebauten. Ferner sind als Hopfenbaudistrikte zu erwähnen: Posen (Neutomischel), Württemberg, Baden, Elsaß und Lothringen.

Die Vermehrung des kultivierten Hopfens geschieht fast allgemein durch Stecklinge (Setzer oder Fechser) unterirdischer Rebenteile. Zuweilen bedient man sich wohl auch der Wurzelausläufer. Als Stütze für die sich entwickelnde Hopfenranke dienen Stangen, Draht oder Bindfaden, letztere an Gerüsten aufgehangen.

Die weiblichen Hopfenblüten stehen zu 40 bis 60 um eine acht- bis zehnmal knieförmig gebogen behaarte Spindel. An den Biegungen entsendet dieselbe eine verkümmerte Nebenachse, welche wieder in zwei Achsen dritter Ordnung ausläuft. Letztere tragen je ein Vorblatt, an dessen Basis sich der mit zwei pinselförmigen rötlichen Narben besetzte, vom häutigen Perigon umhüllte Fruchtknoten befindet. Die Vorblätter und die — den Nebenblättern entsprechenden — Deckblätter bilden mit der Spindel die Hopfenzapfen. Vor- und Deckblätter gleichen sich in Farbe und Umriß. Sie sind schief-eiförmig, nach außen gewölbt, mit stark hervortretenden Längsadern versehen. Die Vorblätter unterscheiden sich von den Deckblättern jedoch dadurch, daß sie an der Innenseite und am untern Rande eingebogen sind. In der hierdurch entstehenden Falte befindet sich der vertrocknete Fruchtknoten oder auch die Frucht: das Nüßchen. Zur Zeit der Reife sind besonders an den unteren und inneren Teilen die Vor- und Deckblätter, dann die Perigonien und die Spindel mit einem hellgelben, klebrigen Mehl, bestehend aus sogenannten Lupulinkörnern, bedeckt. Das Lupulin ist ein Drüsensekret und hauptsächlich der Träger der aromatischen und bitteren Bestandteile des Hopfens. Es ist kein einheitlicher chemischer Körper, wie der Name etwa vermuten lassen könnte, sondern es besteht aus verschiedenen Stoffen. Die Lupulinkörner gehören zu den Haargebilden der Hopfenzapfen, deren Holzner drei unterscheidet: 1. einfache Haare, 2. Köpfchendrüsen, 3. Drüsenschuppen. Die letzteren enthalten das Lupulin. De Bary beschreibt dieselben (Fig. 198) als vielzellige, schildförmige Schuppen, becherförmig oder konisch vertieft, im fertigen Zustande von der meist konisch emporgetriebenen Drüsenblase überragt, daher aussehend, wie aus zwei mit den Grundflächen aufeinander gesetzten Kegeln bestehend.

Das Sekret sammelt sich bei der Entwickelung der Drüse in der Vertiefung der Schuppe unter Ablösung der Cuticula der Oberseite, welche dann die zarte gelblich gefärbte Haube, den oberen Kegel, bildet. Bei dem Andrängen der in steter Zunahme begriffenen Sekretmasse werden die beiden Kegel gewöhnlich längs des

Randes, in welchem sie sich berühren, aufgerissen. Die Drüsenschuppen lösen sich leicht von dem Stiele, mit welchem sie auf ihrer Unterlage sitzen, ab.

Die chemischen Bestandteile des Hopfens. In der Zusammensetzung des Hopfens haben wir zu unterscheiden die allgemeinen Pflanzenbestandteile, wie Proteïnkörper, Fett (Wachs), stickstofffreie Extraktstoffe, Cellulose und Mineralstoffe und die spezifischen Hopfenbestandteile, auf deren Anwesenheit die Verwendung des Hopfens zum Bierbrauen beruht, wie das Hopfenöl, die Hopfenbittersäure, die Hopfenharze und den Hopfengerbstoff, welche uns

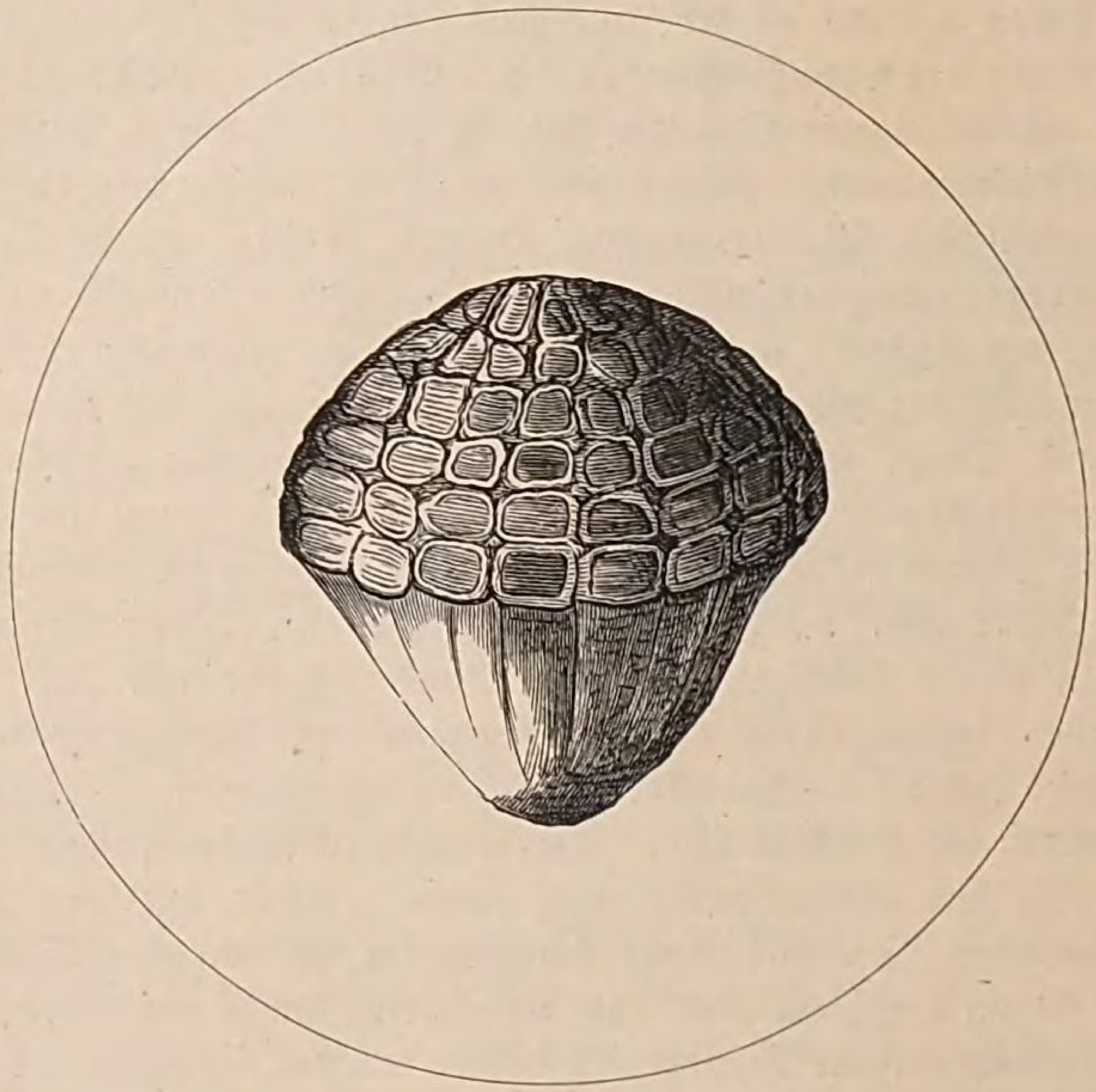


Fig. 198. Lupulindrüse nach Bersch. Vergr. 300.

hier in erster Linie interessieren. Leider ist unsere Kenntnis über diese zweite wichtige Gruppe von Körpern noch eine ziemlich beschränkte. Der Grund hiervon liegt hauptsächlich in der leichten Veränderlichkeit und den für eine Trennung und Charakterisierung fast durchweg höchst unerquicklichen Eigenschaften derselben.

Die Bedeutung des Hopfens für die Bierbrauerei ist eine doppelte: einmal verleiht er dem Biere den angenehm bittern Geschmack und das charakteristische feine Hopfenaroma, dann erhöht er die Haltbarkeit des Bieres. Beides geschieht durch die spezifischen Hopfenbestandteile. Dieselben sind, wie bereits erwähnt, vorwiegend im Lupulin enthalten, finden sich aber auch mit Ausnahme des Oeles in den Blättern der Zapfen, weshalb für die Bierbrauerei nicht allein das Mehl, sondern der ganze Hopfen in Betracht kommt.

Das Hopfenöl. Bei der Destillation von frischem Hopfen mit Wasser geht ein fast farbloses Oel über, welches in geringem Maße in Wasser löslich ist. Aus feinem Hopfen erhält man 0,2—0,8 pCt. Oel. Es besitzt den charakteristischen Ge-

ruch des Hopfens, ein spezifisches Gewicht von 0,908 und destilliert zwischen 125 bis 235°. Dieses Verhalten deutet darauf hin, daß ein Gemenge von mehreren Körpern vorliegt. Nach R. Wagner besteht es aus einem Terpen $C_{10}H_{16}$ und einem bei 210° siedenden Oel $C_{10}H_{16}O$. An der Luft verharzt es und wird zu flüchtigen Säuren, besonders zu Valeriansäure oxydiert.

Beim Kochen der Würze mit Hopfen wird es zum Teil verflüchtigt; doch sind die geringen, im Bier verbleibenden Mengen ausreichend, um das charakteristische Hopfenaroma hervorzurufen. Soll dasselbe besonders stark hervortreten, so stopft man (z. B. bei der englischen Porterbereitung) etwas Hopfen in das gärende Bier oder in das Transportfaß. Auf den Geschmack ist das Oel wohl ohne Einfluß.

Die Hopfenbittersäuren. Ein krystallisierbarer Körper, welchen man als die Ursache des vom Hopfen herrührenden bitteren Geschmackes, des Bieres, ansah, wurde zuerst von Lermer aus dem Hopfen gewonnen und Lupulopikrin oder Hopfenbittersäure genannt. Derselbe erwies sich in Wasser völlig unlöslich und daher geschmacklos, während eine alkoholische Lösung intensiv bitter schmeckte. Eine Substanz von ähnlichen Eigenschaften, wie Lermer sie angiebt, erhielt H. Bungener durch Extraktion von Hopfen mit Petroläther, Eindampfen des Extraktes im Vakuum und Umkrystallisieren aus Alkohol und dann Petroleumäther. Bungener erhielt Krystalle von 1 cm Länge. Die Substanz ist löslich in Alkohol, Aether, Benzol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Eisessig, jedoch gar nicht in Wasser. Besonders charakteristisch ist die in feinen Nadeln krystallisierende Kupferverbindung.

Die Bittersäure, welcher Bungener die Formel $C_{25}H_{35}O_4$ giebt, ist an der Luft äußerst unbeständig, sie verharzt zu einer gelben Masse, die stark nach Fettsäuren riecht und deren Lösung intensiv bitter schmeckt. Vermutlich ist hier durch Oxydation ein neuer Bitterstoff entstanden. Während die Bittersäure, wie erwähnt, in Wasser unlöslich ist, tritt alsbald Lösung ein, wenn man einen Luftstrom durch das Wasser leitet, worauf letzteres wieder einen stark bittern Geschmack annimmt. Dieser Vorgang wirft einiges Licht auf das Verhalten der Hopfenbittersäure beim Würzekochen. Auch hier dürfte eine Lösung der Bittersäure durch Oxydationswirkung stattfinden. Ebenso ist der aktive Bitterstoff des Hopfens nach Bungener nichts anderes als ein Oxydationsprodukt der Bittersäure.

Dem Bitterstoff verdanken die Hopfendekokte auch ihre antiseptischen Eigenschaften. 2—3 mg Bitterstoff konnten in 100 cc Malzauszug die Milchsäuregärung völlig unterdrücken, 0,5 mg wirkten bereits verzögernd auf dieselbe. Die Gärwirkung der Hefe wird dagegen durchaus nicht beeinträchtigt.

Die Hopfenbittersäuren von Lermer und Bungener scheinen nun nicht identisch zu sein, wenigstens unterscheiden sie sich wesentlich in ihrem Kohlenstoffgehalte (C 68,8, H 8,02, L und C 75,19, und H 8,77 B). Die gleiche Zusammensetzung, wie die Lermersche Säure, zeigt dagegen eine zuerst von Hayduck beobachtete, später im Laboratorium des Verfassers isolierte Bittersäure. Von der Bungenerschen Säure unterscheidet sich letztere noch durch den Schmelzpunkt (56° C gegen 92 bis 93° C), die Krystallform, Löslichkeit und, wie es scheint, größere Beständigkeit an der Luft.

Wir haben so mindestens zwei Bittersäuren im Hopfen zu unterscheiden, welche man als α-Bittersäure (Hayduck, Lermer) und β-Bittersäure (Bungener) bezeichnen kann.

In ihrer Bedeutung für die Bierbrauerei dürften beide auf gleicher Stufe stehen. Von Interesse wird es sein, zu ermitteln, ob die beiden Säuren in den verschiedenen Hopfensorten nicht in sehr verschiedenem Verhältnisse vorkommen, und wenn dieses der Fall ist, ob hierauf nicht gewisse Qualitätsunterschiede beruhen.

Die Hopfenharze. Lermer wies bereits die Anwesenheit zweier Harze im Hopfen nach. In neuerer Zeit hat sich Haybuck mit der Untersuchung der Hopfenharze befaßt und dabei eine Reihe beachtenswerter Ergebnisse erzielt. Zur Gewinnung der Hopfenharze wird der Hopfen bei gewöhnlicher Temperatur mit Aether extrahiert, der Aether abdestilliert und die rückständige Harzmasse mit 90prozentigem, kaltem Alkohol behandelt. Hierbei bleibt ein Wachs (Myricin) zurück, welches wegen seiner gänzlichen Unlöslichkeit in Wasser für die Brauerei ohne Bedeutung ist.

Aus dem in Alkohol löslichen Anteil des Aetherextraktes wird durch eine alkoholische Lösung von essigsaurem Blei ein Niederschlag gefällt, welcher nach dem Entbleien durch Schwefelwasserstoff ein Harz liefert, von Haybuck als α-Harz bezeichnet.

Aus der vom α-Harz befreiten alkoholischen Flüssigkeit konnten nach dem Entbleien, Abdampfen des Alkohols und Behandlung des Rückstandes mit Petroläther zwei weitere Harze gewonnen werden:

Ein in Petroleumäther lösliches, β-Harz, und ein unlösliches, γ-Harz.

Das α-Harz. Dasselbe ist ein Weichharz von zähflüssiger Konsistenz und hellrotbrauner Farbe. Es ist fast geruchlos und besitzt einen äußerst intensiven und nachhaltig bitteren Geschmack.

In Alkohol, Aether, Chloroform 2c. ist es löslich. In destilliertem Wasser ist es nur in geringem Maße löslich, mit bitterem Geschmack; 100 Teile der kaltgesättigten Lösung enthielten 0,0424 g Harz. Von kalkhaltigem Brunnenwasser wird es, seiner schwachsauren Eigenschaften und der größeren Löslichkeit der Kalkverbindung wegen, etwas reichlicher aufgenommen.

Bei wiederholtem Kochen mit Wasser nimmt die Löslichkeit ab. Dabei erleidet es eine allmählich fortschreitende Veränderung. Haybuck beobachtete drei harzige Umsetzungsprodukte.

Die ätherische Lösung des Harzes färbt sich mit einer wässerigen Lösung von Kupfervitriol gelbgrün. Alkoholische Lösungen von essigsaurem Blei und essigsaurem Kupfer geben damit Niederschläge.

Das β-Harz. Dasselbe ist dem α-Harz in jeder Beziehung ähnlich. Es wurde gleichfalls als ein Weichharz gewonnen, jedoch etwas dünnflüssiger als das erstgenannte. Ein starker hopfenartiger Geruch, den es zeigt, dürfte indessen auf eine Verunreinigung mit Hopfenöl zurückzuführen sein.

Von dem α-Harz unterscheidet es sich dadurch, daß es mit essigsaurem Kupfer und essigsaurem Blei in alkoholischer Lösung keine Niederschläge giebt.

Das γ-Harz. Dasselbe ist fest, spröde, von dunkelbrauner Farbe und vollständig geschmacklos. Gegen Wasser verhält es sich wie die beiden andern Harze. Es besitzt gleichfalls schwach saure Eigenschaften.

Was die Entstehung der drei Harze betrifft, so nimmt Haybuck an, daß das α- und β-Harz durch Oxydation aus zwei krystallisierenden Körpern vom Charakter der Hopfenbittersäure entstehen, das γ-Harz dagegen aus dem Hopfenöl. In der That hat Haybuck im α-Harz und im β-Harz Krystalle verschiedener Form gefunden.

Die aus dem α-Harz waren langgestreckte rhombische Tafeln, die des β-Harzes lange, dünne Prismen (s. o.).

In Bezug auf die Bedeutung der drei Harze für die Brauerei ist hervorzuheben, daß nur das α- und β-Harz in dieser Hinsicht Wert besitzen. Nur diese beiden Harze erteilen dem Biere den gewünschten bitteren Geschmack und besitzen die wichtige Eigenschaft, Spaltpilzgärungen zu hemmen.

Das γ-Harz ist zwar auch im Bier enthalten infolge seiner Löslichkeit im Wasser, muß aber mehr als ein wertloser Bestandteil des Bieres angesehen werden.

Die Existenz eines besonderen Bitterstoffs neben den beiden Harzen hält Hayduck nicht für erwiesen.

Ueber die Gewichtsverhältnisse, in welchen die drei Harze im Hopfen enthalten sind, geben die folgenden Zahlen Anhaltspunkte.

In frischem Hopfen wurden gefunden:	17,8 pCt.	Aetherextrakt,
	4,8 „	α-Harz,
	8,0 „	β-Harz,
	5,0 „	γ-Harz.

Der Gerbstoff. Der eisengrünende Gerbstoff des Hopfens soll sich in allen Teilen desselben, besonders aber in den Dolbenblättern finden. Etti will den Hopfengerbstoff rein dargestellt haben. Er giebt ihm die Formel $C_{25}H_{24}O_{13}$ und betrachtet ihn als ätherartige Verbindung. Der Körper ist leicht löslich in kochendem Wasser, in Weingeist und in Essigäther, schwer löslich in kaltem Wasser und in Aether. Durch Mineralsäuren und Kochsalz wird er gefällt. Bei der Oxydation des Gerbstoffs bildet sich nach Etti ein Phlobaphen. Nach Wagner würde der Hopfengerbstoff der Moringerbsäure aus Gelbholz nahestehen. Wie durch andere Gerbstoffe werden auch durch den Hopfengerbstoff Eiweißkörper gefällt. Man hat dieser Eigenschaft eine übertriebene Bedeutung beigelegt bezüglich der Ausfällung von Eiweißkörpern beim Kochen der Würze mit Hopfen. Gegenüber der durch die erhöhte Temperatur an sich schon bewirkten Ausscheidung von Eiweißkörpern aus der Würze ist die auf Rechnung des Hopfengerbstoffs fallende eine ganz minimale, kaum nachweisbare. Die Bedeutung der Gerbsäure als Hopfenbestandteil dürfte vielleicht eher in einem gewissen geschmackgebenden Einfluß auf die Beschaffenheit des Bieres beruhen.

Hopfenalkaloid. Die eigentümliche physiologische Wirkung mancher Biere und der bittere Geschmack der Hopfenauszüge führten zu der Annahme, daß im Hopfen ein narkotisches Prinzip, ein Alkaloid, vorhanden sein müsse. Bisher ist es noch nicht gelungen, einen derartigen Körper in reinem Zustande darzustellen und zu analysieren. Doch liegen eine Reihe von Beobachtungen vor, welche für die Anwesenheit eines Alkaloids im Hopfen sprechen. Die bemerkenswertesten Angaben in dieser Richtung rühren von Grießmayer her, welcher bei der Destillation von Hofendekokt mit Kali eine kleine Menge eines flüchtigen Alkaloids erhielt. Dasselbe, von Grießmayer „Lupulin" genannt, stellte eine braungelbe Flüssigkeit von coniinähnlichem Geruch dar, welche die allgemeinen Alkaloidreaktionen lieferte. Aus der Flüssigkeit schieden sich kleine Krystallblättchen ab. Greshoff, welcher in neuerer Zeit eine eingehende Untersuchung des Hopfens, insbesondere auch auf Alkaloide vornahm, kam lediglich zu dem Resultat, daß der Hopfen ein flüchtiges, spezifisches Alkaloid enthalte, während er die Anwesenheit fester Alkaloide im Hopfen nicht für

erwiesen hielt. Weiter reichen unsere Kenntnisse über das Hopfenalkaloid zur Zeit nicht. Die Angaben über das Vorkommen eines als „Hopeïn" bezeichneten Alkaloids im Hopfen, welche vor einigen Jahren die Fach- und Tageslitteratur eine Zeit lang beschäftigten, stellten sich schließlich als nicht zutreffend heraus.

Nicht uninteressant, wenn auch ohne Bedeutung für die Verwendung des Hopfens ist das Vorkommen von Cholin in demselben. Zu erwähnen ist endlich, daß nach Bungener etwa 30 pCt. des löslichen Stickstoffs in Form von Asparagin vorhanden ist.

Leider sind wir nicht im Besitz von Methoden, welche uns eine genaue quantitative Bestimmung der einzelnen speziellen und wertvollen Bestandteile des Hopfens gestatten. Man beschränkt sich daher meist auf eine Angabe des in Wasser, Alkohol und Aether löslichen Anteils des Hopfen, wobei zuweilen die Harzmenge noch speziell angegeben wird. Allein die hierbei erhaltenen Werte sind von höchst untergeordneter Bedeutung und für die Beurteilung des Hopfens nahezu wertlos. Wir beschränken uns daher darauf, aus dem nicht unbeträchtlichen, in angedeuteter Weise erhaltenen Analysenmaterial einige wenige Zahlen anzuführen, welche bei der Untersuchung österreichischer Hopfensorten an der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Wien erhalten wurden.

	Wasser	Aetherisches Oel	In Weingeist 0,82 s. G. lösl.	Davon Harz	Von dem Weing.-Rückst. in Wasser lösliche Organ. Stoffe	Asche
Minimum . .	9,90	0,13	20,12	14,57	6,85	3,10
Maximum . .	17,13	0,48	33,12	18,09	11,24	5,42
Mittel . . .	13,53	0,27	25,25	16,98	9,13	4,14

	Gerbsäure im Wasserauszuge	Asche CO_2 frei	CO_2 in 100 Asche	Sand
Minimum . . .	1,38	3,57	5,15	0,29
Maximum . . .	5,13	10,01	13,99	2,27
Mittel	3,65	6,09	9,67	0,92

Die Ernte des Hopfens und die Behandlung desselben nach der Ernte. Die Hopfendolden werden noch vor ihrer natürlichen Reife gepflückt. Der Zeitpunkt, wann das Pflücken zu erfolgen hat, die sogenannte technische Reife, ist nicht immer leicht zu treffen. Zu dieser Zeit ist die Dolde an der Spitze noch geschlossen, die Farbe der Dolden geht leicht ins Gelbliche über. Das Lupulin ist von schön hellgelber Farbe. Wird das richtige Reifestadium überschritten, so öffnen sich die Doldenblätter immer mehr, Lupulin fällt, aus und der Hopfen verliert an Qualität. In unreifem Hopfen haben sich dagegen die Lupulindrüsen noch nicht genügend entwickelt.

Die Reife des Hopfens tritt gegen Ende August, anfangs September ein. Bei Stangenkulturen werden die Reben in Stücken von $^1/_2$—1 m zerschnitten, diese nach Hause geführt und dort gepflückt. An Draht gezogener Hopfen wird meist gleich auf dem Felde gepflückt. Um zu verhindern, daß ein Entblättern der Dolde am Stielende eintritt, darf man den Stiel nicht zu knapp an der Dolde abnehmen, sondern läßt etwa $^1/_2$ cm stehen.

Frisch gepflückter Hopfen enthält etwa 60—75 pCt. Wasser. Bei diesem hohen Wassergehalt besitzt er nur eine sehr beschränkte Haltbarkeit, weshalb man denselben möglichst rasch zu vermindern trachtet. Zu dem Behufe trocknet man den Hopfen entweder an der Luft, am besten auf Horden ausgebreitet, in geschlossenen, gut ventilierten Räumen, oder mit Anwendung künstlicher Erwärmung auf Hopfendarren. Bei letzterem Verfahren steigert man die Temperatur allmählich auf 25—30° C und läßt dieselbe gegen das Ende der Trocknung wieder abnehmen.

Der getrocknete Hopfen besitzt einen Wassergehalt von etwa 12—15 pCt.

Sorgfältig getrockneter Hopfen kann ohne weiteres in Säcke gepreßt und auf trockenen Böden aufbewahrt werden.

So vorteilhaft auch das Trocknen auf die Haltbarkeit des Hopfens einwirkt, so kann so behandelter Hopfen meist doch nicht länger als ein Jahr aufbewahrt werden. Um einer tiefgreifenderen Veränderung der Hopfenbestandteile bei längerem Lagern vorzubeugen, bedient man sich spezieller Konservierungsmittel. Am häufigsten dient als solches die schweflige Säure, welche man durch Verbrennen von Schwefel an der Luft darstellt und gasförmig durch den auf Horden ausgebreiteten Hopfen hindurchziehen läßt. Man nimmt das Schwefeln des Hopfens entweder selbständig vor oder verbindet es mit dem Trocknen. Die schweflige Säure, welche der Hopfen beim Schwefeln aufnimmt, schützt das Hopfenöl und Hopfenbitter gegen die oxydierende Wirkung des Luftsauerstoffes, vernichtet die im Hopfen vorhandenen Mikroorganismen und macht ihn trockener.

Nach Liebig zieht geschwefelter Hopfen auch nicht mehr so leicht Wasser an. Die Doldenblätter werden durch das Schwefeln etwas gebleicht.

Geschwefelter Hopfen übt, wie Liebig bereits nachgewiesen, bei seiner Verwendung durchaus keinen schädlichen Einfluß auf das Bier aus.

Die heutzutage verbreitetste Art der Konservierung ist die sogenannte Büchsenkonservierung, wohl auch zuweilen mit dem Schwefeln kombiniert. Dieselbe beruht darauf, daß der Hopfen in hermetisch verschließbare Büchsen mittels kräftig wirkender Pressen festgestopft wird, worauf man die Büchse mit dem Deckel, in welchem sich ein Lufthahn befindet, verschließt, und nun die Luft auspumpt. Die Aufbewahrung bis zum Gebrauche hat dann an einem kühlen Orte zu geschehen. Die Büchsen werden aus verschiedenem Material hergestellt, aus Metall, Pappe, Holz, Oelpappe u. dgl.

Andere Konservierungsmethoden, wie das Besprengen des Hopfens mit Alkohol vor dem Pressen, gelangten nicht zu allgemeinerer Bedeutung. Dasselbe gilt von den sogenannten Hopfenpräparaten, welche durch Extraktion der wertvollen Hopfenbestandteile hergestellt werden und dieselben in konzentrierter und haltbarer Form liefern sollen. Dagegen findet (nach Fruwirth) in den Vereinigten Staaten der Hopfenextrakt der „New York Hop Extract Company" eine nennenswerte Anwendung.

Beurteilung des Hopfens. Bei der Beurteilung des Hopfens ist man zur Zeit noch fast ausschließlich auf die Beachtung einer Reihe empirischer Merkmale angewiesen. Eine Hauptrolle spielt dabei ein geübter Geruchssinn. Die Fähigkeit, den Hopfen richtig zu beurteilen, erwirbt man sich daher nur durch Uebung und vergleichende Beobachtung der im Handel vorkommenden Sorten. Als

Anhaltspunkte können die Merkmale eines guten Hopfens dienen, wie Fruwirth*) sie folgendermaßen angiebt:

1. Die Pflücke muß eine gute sein. Schimmlige, vom Meltau befallene, verlaubte Dolden, Blätter, Dolden mit zu langem Stiel oder ohne Stiel, ebenso wie sehr große Dolden (nicht über 4 cm bei Früh-, über 6 cm bei Späthopfen) sollen nicht enthalten sein.

2. Die Dolden müssen gut erhalten sein und dürfen nicht durch Erhitzen gelitten haben. Letzteres giebt sich durch die Anwesenheit brauner oder mißfarbiger Dolden zu erkennen. Bei der Aufbewahrung des Hopfens in Ballen prüft man auf eine Erwärmung desselben durch Einstoßen einer eisernen Nadel und Befühlen derselben nach dem Herausziehen.

3. Die einzelne Dolde soll gut gebaut sein. Die Blätter sollen gut schließend übereinandergreifen, nicht unten offen stehen (flattrige Dolden). Die Spindel soll dünn sein, die Rippen fein. Die Perigonien sollen klein und verschrumpft sein und keine oder doch nur wenige von ihnen sollen einen Samen umhüllen. Dolden mit Samenkörnern besitzen zwar nicht weniger, sondern selbst mehr Mehl als unbefruchtete der gleichen Sorte, doch will man im Handel die Gewichtsvermehrung der Ware durch die Samen nicht zulassen. Zudem fürchtet man in der Brauerei durch Auskochen der Samen die Beschaffenheit des Bieres zu beeinträchtigen.

4. Die Dolden sollen gelblich-grün gefärbt und glänzend sein. Rein grüner Hopfen ist zu früh gepflückt. Rother Hopfen ist entweder schlecht getrocknet oder zu spät gepflückt oder er stammt von Pflanzen, welche an Kupferbrand litten. Einzelne rote Flecken auf den Dolden rühren von Hagelschlag her und beeinflussen den Wert des Hopfens nicht.

5. Der Geruch soll ein tadellos feiner sein. Er soll weder zu schwach (australischer Hopfen), noch zu stark (Lothringer Hopfen), niemals aber unrein, mit Aepfel- (Lothringer Hopfen) oder Knoblauchgeruch (Daubner Grünhopfen) oder dem Geruch nach schwarzen Johannisbeeren (schlechte amerikanische Sorten) gemengt sein.

6. Das Hopfenmehl soll reichlich vorhanden sein. Hiervon überzeugt man sich durch das Aufbrechen einiger Dolden und Reiben derselben auf dem Papier. Ein dicker, fetter, lichtgelber Strich zeigt viel und gutes Mehl an; je mehr die Farbe des Striches ins Braune übergeht, desto älter ist der Hopfen, je weniger fett und dünner der Strich, desto geringer ist der Gehalt der Probe an Hopfenmehl.

Zur Vornahme dieser empirischen Prüfung, welche dem Geübten genügende Anhaltspunkte zur Beurteilung bietet, wird der Hopfen zweckmäßig auf blauem Papier in hellem, von oben einfallendem Lichte ausgebreitet.

Schwefelung des Hopfens weist man auf chemischem Wege nach, indem man zu wässerigem Hopfenauszug ein Stückchen chemisch reines Zink und Salzsäure fügt. Durch den entstehenden Wasserstoff wird die schweflige Säure in Schwefelwasserstoff übergeführt, welcher Bleipapier schwärzt und so leicht erkannt wird.

---

*) Hopfenbau und Hopfenbehandlung. Gekrönte Preisschrift. 1888. Thaer-Bibliothek. Paul Parey, Berlin.

Das Wasser. Lange Zeit hat man in den Kreisen der Praxis der Beschaffenheit des Wassers eine übertriebene Bedeutung für den Brauprozeß zugeschrieben, ja man ging sogar so weit, daß man glaubte, die Eigenschaften gewisser Biersorten seien direkt von dem dazu verwendeten Wasser abhängig und mit einem andern Wasser seien dieselben nicht herzustellen. Bei genauerer Beobachtung und Kenntnis der die Eigenschaften des Bieres bedingenden Faktoren ergab sich natürlich das Irrtümliche dieser Auffassung.

Damit ist freilich nicht gesagt, daß jedes Wasser ohne weiteres für Brauzwecke tauglich ist. Es kann jedoch die Zusammensetzung des Wassers in sehr weiten Grenzen schwanken und die überwiegende Mehrzahl der natürlich vorkommenden Wässer werden, sofern sie nicht durch äußere Zuflüsse aus bewohnten Orten oder aus Fabriken verunreinigt sind, für Brauzwecke verwendbar sein.

Unter *Wasser für Brauzwecke* im *weiteren Sinne* versteht man Wasser, welches zur *Mälzerei* und zur *Bereitung der Würze* dienen soll.

Soll das Wasser brauchbar sein, so darf es keine Bestandteile enthalten, welche den *Keimungs-*, den *diastatischen* und den *Gärungsprozeß* ungünstig beeinflussen.

Ausgeschlossen vom Gebrauche überhaupt ist selbstverständlich jedes faulige und durch industrielle Abfälle verunreinigte Wasser.

Das zum Brauen verwendete Wasser soll *wohlschmeckend* und *geruchlos* sein und im allgemeinen den *Anforderungen an ein Trinkwasser* entsprechen. Ungenießbares Wasser ist auch für Brauzwecke unbrauchbar.

Als *Hauptbestandteile* des für Brauzwecke in Betracht kommenden Wassers erscheinen *Bikarbonate* und *Sulphate* des Calciums und des Magnesiums (die Kalkverbindungen überwiegend), neben geringen Mengen von Verbindungen der *Alkalien* und des *Ammoniak*, *Chloriden*, *Nitraten* und *Nitriten* und *organischer Substanz*. Die Anwesenheit von größeren Mengen *Chlor*, *Alkalien*, *Ammoniak*, *salpetriger Säure* und *organischer Substanz* deutet stets auf eine Verunreinigung des Wassers durch tierische Abfallstoffe hin, und solches Wasser ist mit Vorsicht aufzunehmen, nicht so fast, weil die chemischen Bestandteile einen schädlichen Einfluß auf den Keimungs- und Brauprozeß ausüben könnten, sondern weil ein solches Wasser einerseits die *Schimmelbildung* auf der Tenne begünstigt, andrerseits in demselben *Mikroorganismen* vorkommen können, welche in der Bierwürze sich zu entwickeln vermögen und dadurch Störungen verursachen können. Zwar werden beim Kochen der Würze mit Hopfen die vorhandenen Mikroorganismen unschädlich gemacht und die Würze dadurch sehr vollkommen sterilisiert. Sie kann jedoch bei der Verwendung des fraglichen Wassers zum Abwässern der Hefe, zum Reinigen der Gärbottiche u.s.w. von neuem durch dasselbe infiziert werden. Man hat daher in neuerer Zeit hauptsächlich, angeregt durch die von *Hansen* ausgehende Reform (Anwendung rein gezüchteter Hefe) der *biologischen Untersuchung des Wassers*, d. i. der Prüfung auf die Anwesenheit in Würze entwicklungsfähiger Keime erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt.

Bekanntlich unterscheidet man *hartes* und *weiches* Wasser, je nachdem mehr oder weniger Salze der alkalischen Erden, insbesondere Kalksalze in einem Wasser vorhanden sind. Die Frage nun, ob hartes oder weiches Wasser für den Brauereibetrieb vorzuziehen, ist schon häufig Gegenstand der Erörterung gewesen, ohne daß

Einhelligkeit der Meinungen hierüber erzielt worden wäre. Während man früher einem weichen Wasser glaubte den Vorzug einräumen zu müssen, hält man gegenwärtig ein mäßig hartes, gypshaltiges Wasser für geeigneter und zwar hauptsächlich mit Rücksicht auf den Gärprozeß. Man will beobachtet haben, daß bei allzu weichem Wasser (bei Kalkmangel) die Biere zu stark vergären und sich weniger leicht klären. Eine günstige Wirkung in dieser Beziehung schreibt man einem Gehalt des Wassers an Gyps zu, und hat man schon wiederholt empfohlen, den Gypsgehalt eines Wassers durch künstlichen Zusatz zu erhöhen.

Ein zu hoher Gypsgehalt des Wassers bewirkt nach Leyser eine Verminderung der Extraktausbeute um 5—6 pCt. Rührt die Härte eines Wassers überwiegend von Calciumbikarbonat her, so ist das Wasser für den Maisch- und Gärprozeß einem weichen Wasser gleich zu achten, da durch das Kochen des Maischwassers und der Maische das Bikarbonat in Kohlensäure und Calciumkarbonat zersetzt wird und letzteres in den Trebern zurückbleibt. Durch die Anwendung harten Wassers zum Maischen wird der Phosphorsäuregehalt in der Würze zwar etwas heruntergedrückt, allein bei weitem nicht in dem Maße, daß die Hefe an diesem wichtigen mineralischen Stoffe Mangel leiden könnte.

Bezüglich des Weichprozesses ist die Beschaffenheit des Wassers — ob weich oder hart — von völlig untergeordneter Bedeutung. Wie Ullik durch Weichversuche mit destilliertem, Quell- und Flußwasser und mit Gypswasser nachgewiesen, ist die Menge der ausgelaugten mineralischen und organischen Bestandteile des Gerstenkornes viel weniger abhängig von der Beschaffenheit des Weichwassers als von der Weichdauer. Unter gleichen Umständen hatte das destillierte Wasser am wenigsten Kali aufgenommen. In der Menge der extrahierten Phosphorsäure ergaben sich sehr geringe Unterschiede und die Menge der gelösten organischen Substanz war im Verhältnis zu der im Korne enthaltenen überhaupt eine minimale.

Als ein störender Bestandteil des Wassers erscheint in größeren Mengen das Eisen (Spuren von Eisen finden sich dagegen in jedem Wasser). Ist dasselbe als kohlensaures Eisenoxydul vorhanden, so wird es in Berührung mit Luft in braune Flocken von Eisenoxydhydrat übergeführt, welche ohne Schwierigkeit durch Filtration entfernt werden können.*) Seltener kommt das Eisen als schwefelsaures Eisenoxydul vor und dann meist in Moorwässern, welche an und für sich für Brauzwecke nicht geeignet sind.

Früher, als die chemische Analyse noch allein entscheidend für die Beurteilung eines Wassers war, hat man versucht, für die einzelnen Bestandteile Grenzwerte aufzustellen, innerhalb deren ein Wasser zum Genusse tauglich sein sollte. Die Unzulässigkeit eines derartigen Beginnens stellte sich jedoch bald heraus, zumal als man zu der Erkenntnis gelangte, daß ein allen Anforderungen an die chemische Zusammensetzung entsprechendes Wasser mit Mikroorganismen stark verunreinigt sein kann. Gleichwohl sind jene Zahlen, welche man als Grenzwerte aufstellte, nicht ganz und gar wertlos, wenn man sie als Vergleichszahlen auffaßt und sich vor Augen hält, daß ein Wasser, namentlich ein Brauwasser, nicht als untauglich

---

*) Ein zweckentsprechender Apparat zur Nutzbarmachung eisenhaltigen Grundwassers ist von C. Piefke-Berlin angegeben worden.

erklärt werden kann, wenn die Menge eines und selbst mehrerer Bestandteile beträchtlich höher ist, als der Vergleichszahl entspricht. Als solche Vergleichszahlen mögen die folgenden mitgeteilt werden, nach welchen ein Liter Wasser nicht mehr enthalten soll als:

500 mgr Gesamtrückstand,
112 „ Kalk (CaO),
40 „ Magnesia (MgO),
80 „ Schwefelsäure (SO_3),
35 „ Chlor,
27 „ Salpetersäure (N_2O_5),
16—18° Härte (ein deutscher Härtegrad = 10 mgr CaO in einem Liter Wasser),
20—25° Härte, wenn dieselbe vorwiegend von Calciumbikarbonat herrührt.

Zur Oxydation der organischen Substanz in einem Liter Wasser sollen nicht mehr als 8 mgr Kaliumpermanganat (2 mgr Sauerstoff) erforderlich sein. Ammoniak und salpetrige Säure sollen ganz fehlen.

Was das Vorkommen von Mikroorganismen für die Verwendung des Wassers in der Brauerei betrifft, so kommen natürlich hier nur solche Mikroorganismen in Betracht, welche sich in der Würze und im Biere zu entwickeln vermögen; insbesondere die letzteren können unangenehme Störungen hervorrufen, und Wasser, welches solche Keime in großer Anzahl enthält, kann zum Abwässern der Hefe, zum Ausspülen der Gärbottiche, Nachfüllen der Lagerfässer, überhaupt dort, wo eine Vermischung mit dem Biere eintritt, nicht verwendet werden. Für die Mälzerei und das Würzekochen dagegen ist solches Wasser, wenn sonst keine Bedenken vorliegen, natürlich verwendbar.

Für die biologische Untersuchung des Wassers hat Hansen die erforderlichen Grundlagen geschaffen. Nach Hansen werden eine größere Anzahl (20—25 Stück) Freudenreichkölbchen mit je 20 cc Würze beziehungsweise Bier beschickt und nach dem Sterilisieren mit einem Tropfen (= 1/25 ccm) Wasser unter den nötigen Vorsichtsmaßregeln versetzt. Die Fläschchen bleiben acht Tage bei 25° C im Thermostat und weitere acht Tage bei gewöhnlicher Zimmertemperatur stehen. Die Zahl der Fläschchen, in welchen die Nährflüssigkeit angegriffen erscheint (Vegetationen zur Entwickelung gelangten), wird mit 5 bezw. 4 multipliziert, um das Resultat in Prozenten auszudrücken.

Nach diesem Verfahren wurden an der Wiener Versuchsstation für Brauerei und Mälzerei eine größere Anzahl von Analysen ausgeführt und die Ergebnisse derselben von Prof. Schwackhöfer in einer Abhandlung, welche einen sehr wertvollen Beitrag zur Beurteilung des Wassers für die Zwecke der Brauerei und Mälzerei liefert, mitgeteilt. Neben der biologischen Untersuchung wurde natürlich auch die chemische Analyse durchgeführt.

Bei der biologischen Analyse wurde auch die Zahl der auf Pepton- und Würzegelatine entwickelungsfähigen Keime nach der Koch'schen Methode ermittelt. Bei der Beurteilung des Wassers wurde jedoch der Keimzahl nur ein ganz untergeordneter Wert beigelegt, da es vorkommt, daß ein Wasser zwar sehr wenige Keime enthält aber darunter solche, welche Würze und Bier angreifen, während andererseits die Keime sehr zahlreich sein können, ohne jedoch dem Bier und der

Würze gefährlich zu werden. Für Trinkwasser sieht man einen Gehalt von 1000 Keimen pro 1 ccm als eben noch zulässig an.

Die 60 Wässer, deren Analysenergebnisse Schwackhöfer mitteilt, von denen in nebenstehender Tabelle eine entsprechende Auswahl des Beispiels halber wiedergegeben sind, wurden je nach ihrer Beschaffenheit in 5 Gruppen geordnet und zwar nach folgenden Gesichtspunkten:

In die Gruppe I, „vorzüglich geeignet", wurden alle jene Wässer eingereiht, welche sowohl in chemischer als auch in biologischer Hinsicht als tadellos erschienen.

In die Gruppe II, „gut geeignet", wurden alle jene Wässer eingereiht, welche nur kleinere Mängel in der chemischen Zusammensetzung oder bei sonst guten Eigenschaften eine höhere Keimzahl aufweisen, von den angestellten Würzeproben nur 10 pCt. zerstören und Keime, welche das Bier angreifen, nicht enthalten.

In die Gruppe III, „noch verwendbar", kamen Wässer, welche schon größere Mängel in der chemischen Zusammensetzung zeigen und nicht mehr als 50 pCt. Würzeproben, Bier aber garnicht angreifen.

Die IV. Gruppe, „nur im Notfall zu verwenden", umfaßt Wässer, welche in chemischer Hinsicht fast durchweg als gut oder sehr gut zu bezeichnen sind, gegen Bier aber ein sehr ungünstiges Verhalten zeigen.

Die V. Gruppe, „unverwendbar", enthält alle Wässer, bei welchen entweder nach der chemischen Analyse allein das Wasser als untauglich erscheint, oder bei welchen der biologische Befund ein sehr schlechtes Resultat ergab, oder endlich, wo beides der Fall ist.

Im Anschlusse an die Mitteilung der Untersuchungsergebnisse weist Schwackhöfer darauf hin, daß alle Wässer, welche chemisch gut, biologisch aber schlecht beschaffen sind, durch Filtration brauchbar gemacht werden könnten. Dieses Ziel wäre wohl am einfachsten durch eine zweckmäßig angelegte und sorgfältig durchgeführte Sandfiltration zu erreichen. Die gegenwärtig in den Brauereien verwendeten Filter sind freilich meist nur im Stande, die gröberen, trübenden Bestandteile zu entfernen.

Thausing teilt in seinem bekannten Lehrbuche der Bierbrauerei die Analysen zweier Brauwässer mit, welche er in zwei Brauereien seit Jahren mit gutem Erfolge gebraucht, und welche bezüglich ihrer Zusammensetzung außerordentlich voneinander abweichen. Während das eine A als sehr rein und weich bezeichnet werden kann, erscheint das andere B als sehr hart.

	Milligramm im Liter A	Milligramm im Liter B
Summe der fixen Bestandteile . .	122,8	1114,0
Kalk	39,6	282,8
Magnesia	4,4	74,7
Schwefelsäure	7,5	117,4
Thonerde und Eisenoxyd	1,4	nicht bestimmt
Chlor	nicht bestimmt	106,5
Kieselsäure	11,9	nicht bestimmt
Salpetersäure	unbedeutend	starke Reaktion
Salpetrige Säure	—	—
Ammoniak	—	—
Oxydierbare Substanz	unbedeutend	3,12
Gesamthärte	4,6 Grade	39,12 Grade.

Gesamt-Abdampfrückstand	Glühverlust	Eisenoxyd u. Thonerde	Kalk	Magnesia	Alkalien	Chlor	Salpetersäure	Schwefelsäure	Kieselsäure	Kohlensäure	Ammoniak	Salpetrige Säure	Sauerstoff zur Oxydation	Härte in deutschen Graden	Analytiker	Biologische Untersuchung: Mikroorganismen pro 1 ccm Wasser auf Pepton Gelatine	Mikroorganismen pro 1 ccm Wasser auf Würze Gelatine	Zerstört werden in % der angestellten Proben: Würze	Zerstört werden in % der angestellten Proben: Bier	Anmerkungen
(Milligramme pro Liter)																				
Gruppe I. „Vorzüglich geeignet".																				
263,8	8,0	1,2	135,2	3,9	3,0	Spur	0,0	0,0	3,0	109,5	0,0	0,0	0,0	14,1	Weiß	56	0	0	0	Das gänzliche Fehlen der Schwefelsäure kann bei der noch verhältnismäßig geringen Härte des Wassers durch Zusatz von Gyps ausgeglichen werden.
429,6	60,4	0,0	140,6	47,6	6,8	2,1	0,0	12,6	8,4	159,2	0,0	0,0	1,2	22,2	Jalowetz	165	0	0	0	
443,4	48,0	2,8	128,6	53,4	3,9	22,0	17,4	69,7	13,4	84,2	Spur	0,0	1,4	20,3	Weiß	609	0	0	0	
Gruppe II. „Gut geeignet".																				
496,0	13,0	0,6	149,8	59,3	45,2	17,0	0,0	71,6	0,0	147,8	0,0	0,0	0,6	23,3	Rohn	3260	0	0	0	
540,4	128,0	0,0	135,4	74,8	1,7	2,5	0,0	30,8	8,0	171,4	0,0	0,0	2,2	24,0	Jalowetz	785	0	0	0	
430,8	39,2	1,0	128,2	52,3	22,0	11,5	0,0	69,2	0,0	109,0	0,0	0,1	0,4	20,1	Rohn	6120	0	8	0	
Gruppe III. „Noch verwendbar".																				
748	88,0	2,8	196,0	51,2	83,7	37,1	83,7	88,5	22,0	124,0	0,0	1,0	1,8	26,8	Rohn	583	0	0	0	Viel Salpetersäure und deutliche Mengen salpetrige Säure. Gehalt an Alkalien verhältnismäßig hoch, in biologischer Hinsicht aber sehr günstig.
766,0	112,0	2,8	183,6	29,0	84,4	72,3	37,3	68,4	26,4	147,0	Spur	1,9	4,0	226	„	4134	0	8	0	Viel organische Substanz, viel Chlor, viel Salpetersäure. Oxydierbarkeit hoch. Biologisch günstig.
232,4	29,3	1,5	96,0	8,5	6,2	Spur	0,0	4,8	6,0	80,1	0,0	0,0	0,2	10,8	Weiß	7176	0	32	0	Chemisch sehr gut, Verhalten gegen Würze zulässig.
Gruppe IV. „Nur im Notfalle zu benutzen".																				
778,4	96,0	5,6	171,4	71,4	72,6	88,3	4,5	99,6	14,0	155,0	2,1	deutlich nachweisbar	2,8	27,1	Rohn	46700	0	70	0	Chemisch minder, Keimzahl sehr hoch. Verhalten gegen Würze zulässig.
287,3	22,0	5,2	96,3	13,7	11,1	10,0	0,0	40,6	20,0	68,4	0,0	0,0	1,6	11,6	Wiener	6000	0	80	8	Chemisch sehr gut, Verhalten gegen Würze u. Bier ungünstig.
390,0	69,0	2,5	101,2	28,9	12,0	13,3	32,7	47,2	17,2	66,0	0,0	0,0	0,9	14,2	Weiß	8456	0	20	19	Chemisch gut, Verhalten gegen Würze gut, gegen Bier ungünstig.
Gruppe V. „Unverwendbar".																				
2724,4	180,0	4,6	836,8	117,5	88,0	16,8	18,4	1278,8	14,4	164,0	2,1	5,7	2,2	100,1	Wiener	0	0	—	—	Rückstand Glühverlust. Schwefelsäure abnorm hoch, keimfrei.
165,2	14,8	2,4	69,2	21,0	9,9	2,8	0,0	—	—	—	2,02	1,3	2,2	16	Rohn	769780	—	100	4	Rückstand und Glühverlust sehr gering, Verhalten gegen Würze und Bier schlecht.
771,4	35,0	2,8	182,6	76,7	55,4	11,6	0,0	219,4	39,2	143,6	23,4	5,1	0,4	29,0	Weiß	121687	—	100	60	Abnorm viel Ammoniak, sehr viel salpetrige Säure, Verhalten gegen Würze und Bier schlecht.

Die Malzbereitung.

Wir haben bereits im Kapitel Spiritusfabrikation den Begriff Malz definiert als Getreide, welches bis zum Höhepunkt der Diastaseentwicklung dem Keimungsprozesse unterworfen wurde. An dem angegebenen Orte haben wir auch bereits die allgemeinen Keimungsbedingungen und die Veränderungen der Gerste bei der Keimung besprochen, so daß hier nur noch einiges Wenige, speziell für die Mälzerei in der Bierbrauerei in Betracht kommende anzuführen ist. Vor allem ist die oben gegebene Definition für das Malz als Braumaterial zu modifizieren.

Unter Malz schlechthin versteht man nämlich in der Bierbrauerei gekeimte und gedarrte Gerste. Den in der Spiritusfabrikation besprochenen Prozessen schließt sich somit ein neuer von hervorragender Wichtigkeit an, das Darren.

Während es sich nun in der Spiritusfabrikation lediglich darum handelt, ein möglichst diastasereiches Malz zu erzielen und demgemäß auch alle Bedingungen, wie möglichst niedrige und gleichmäßige Temperatur und verhältnismäßig kurze Keimdauer geregelt werden, hat der Bierbrauer auch jene Vorgänge bei der Keimung zu beachten, welche geeignet sind, nachher beim Darren ein aromatisches und mürbes Malz zu liefern. Hierzu ist aber noch eine gute „Auflösung" des Grünmalzes erforderlich. Eine solche giebt sich dadurch zu erkennen, daß der Mehlkörper zwischen Daumen und Zeigefinger sich leicht zu einer mehligen Masse zerreiben läßt. Die Auflösung kommt dadurch zustande, daß die Häute der Endospermzellen durch die Thätigkeit eines Enzymes aufgelöst werden. (S. Seite 267.)

In der Praxis nimmt man die „Auflösung" häufig auch als ein Kriterium für die Diastaseentwicklung im Korne und man ist der Ansicht, daß ein Korn mit guter Anflösung auch reichlich Diastase enthalten müsse. Diese Annahme ist unzutreffend. Auflösung und Diastasebildung sind zwei ganz verschiedene Prozesse, die durchaus nicht mit gleicher Intensität parallel verlaufen. Um eine gute Auflösung zu erzielen, ist der Brauer meist genötigt, die Gerste länger auf der Keimtenne liegen zu lassen, als dies für die Entwicklung der Diastase erforderlich wäre. Wir begegnen daher in der Brauerei fast durchweg einer längeren Keimdauer als in der Brennerei. Entsprechend der längeren Keimdauer erfordert auch die Führung des Mälzungsprozesses mehr Sorgfalt zur Erzielung eines gleichmäßigen Gewächses und zur Vermeidung zu großer Verluste an Stärkemehl.

Das Weichen. Beim Weichprozeß hat man schon darauf zu achten, daß die Gerste je nach ihrer Beschaffenheit, ferner der Keimungsdauer und Temperatur, sowie der zu erzielenden Malzsorte das erforderliche Wasser aufnehme. Im allgemeinen werden ja die empirischen Merkmale für die Quellreife der Gerste, wie die Nagelprobe, die Stichprobe u. a. auf den richtigen Weg leiten. Ausschlaggebend kann jedoch nur eine genaue Beobachtung aller einschlägigen Verhältnisse bei der erstmaligen Vermälzung der Gerste sein, wobei zu beachten ist, daß ein zu hoher Wassergehalt das Wachstum der Gerste allzusehr beschleunigt, so daß trotz Führung bei niedriger Temperatur es nicht möglich ist, das Keimgut die für eine gute Auflösung erforderliche Zeit auf der Tenne liegen zu lassen, ohne daß reichlich „Husaren" hervorbrechen. Ein zu niedriger Wassergehalt verzögert das Wachstum,

was indessen insofern nicht so schlimm ist, als in diesem Falle durch Besprengen der Gerste auf der Tenne nachgeholfen werden kann.

Es empfiehlt sich daher beim ersten Einweichen einer Gerste lieber zu wenig, als zu viel Weiche zu geben. Bei einer völlig überweichten Gerste treten die ersten Anzeichen der Keimung sehr spät auf und letztere verläuft sehr ungleich. Ein derartiges Ueberweichen der Gerste wird indessen nur bei grober Nachlässigkeit im Betriebe vorkommen können.

Als Quellstöcke dienen, nachdem die früher allgemein angewendeten sehr unzweckmäßigen hölzernen Weichbottiche größtenteils ausgemerzt sind, gemauerte und zementierte Kasten und in neuerer Zeit vielfach schmiedeeiserne, innen lackierte Bottiche mit konischem Ansatze (Fig. 199 und 200).

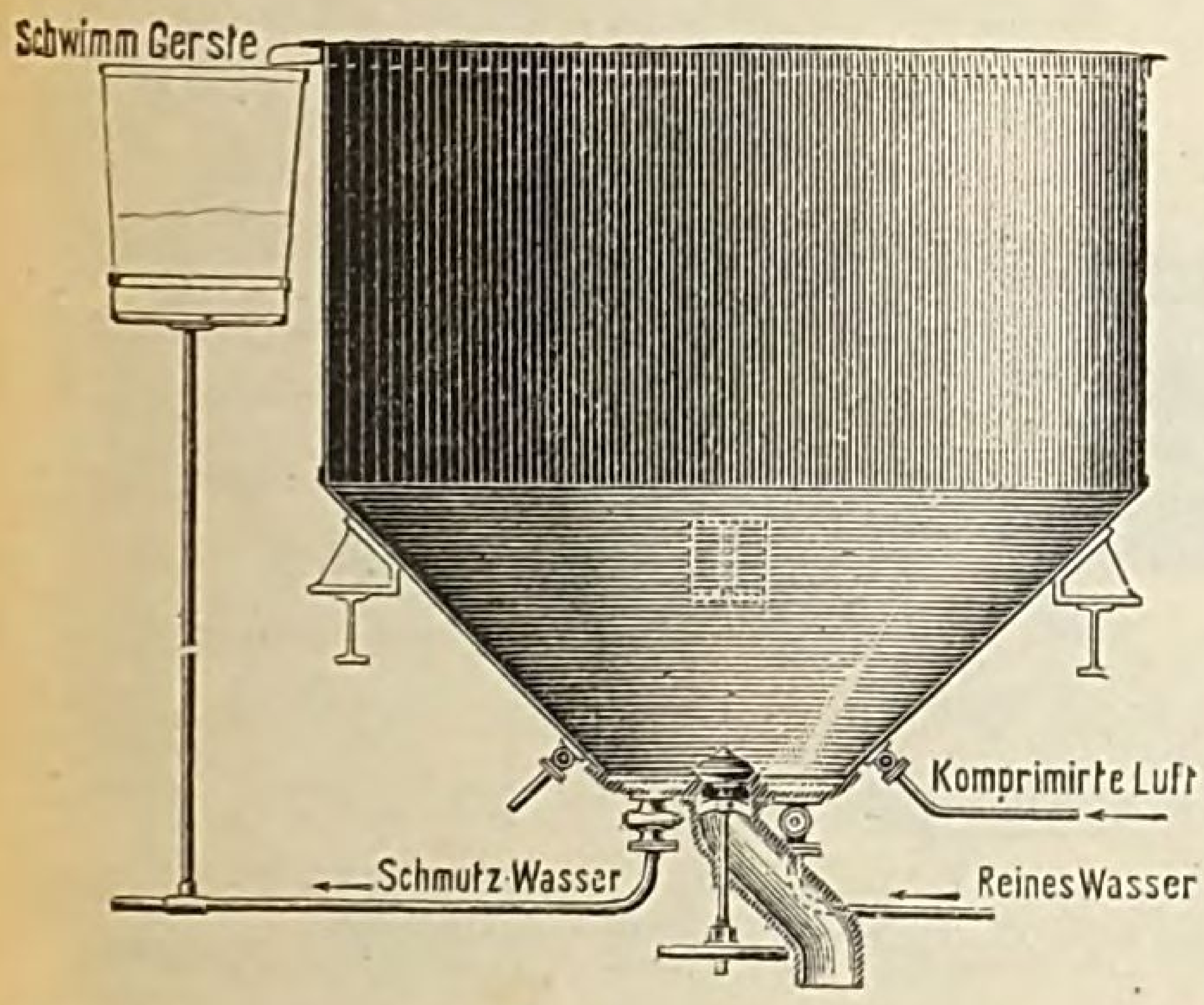


Fig. 199. Weichstock mit flachem Seihboden und Luftzuführung.

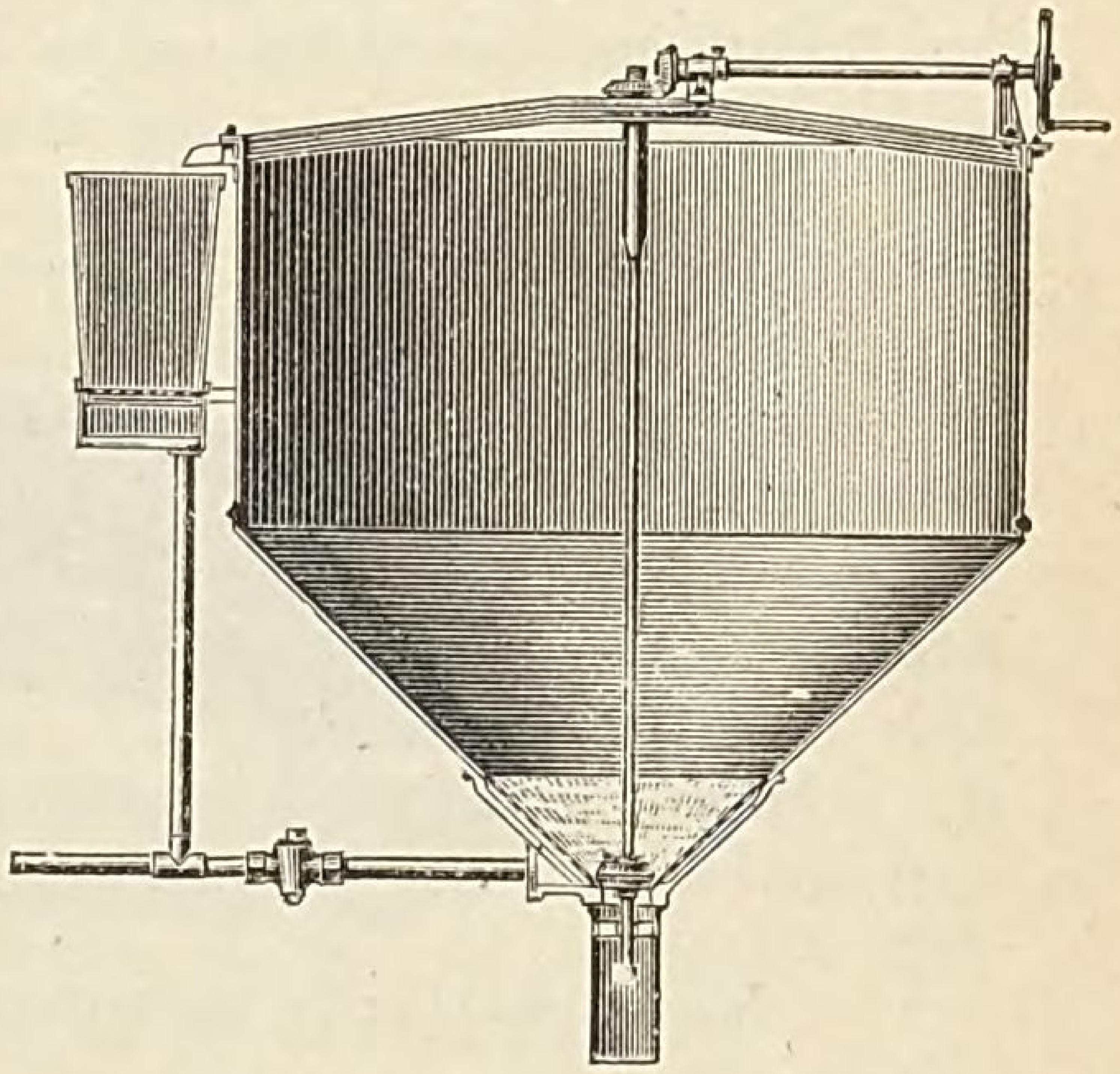


Fig. 200. Weichstock mit konischem Boden.

Die Gerste wird in das im Quellstock befindliche Wasser geschüttet und tüchtig umgerührt, um das Aufsteigen der tauben und schlechten Körner an die Oberfläche zu befördern. Die schwimmenden Körner werden in den ersten 4 bis 6 Stunden wiederholt untergetaucht, um etwa durch Luftbläschen emporgehobene gute Körner zum Untersinken zu bringen. Dann werden die Schwemmlinge abgenommen und das Weichwasser je nach Bedarf alle 12—24 Stunden entfernt.

Ueber die Weichdauer können, wie bereits erwähnt, keine allgemein gültigen Angaben gemacht werden. Nur beispielsweise mögen hier einige Zahlen von Thausing angeführt werden, danach weichte eine schwere mürbe Gerste (68 kg per Hektoliter) bei einer Wassertemperatur von 8° R in 72 Stunden, bei einer Wassertemperatur von 10° R in 66 Stunden; eine leichte mürbe Gerste (65 kg) zu Beginn der Mälzungsperiode verarbeitet, weichte bei einer Wassertemperatur von 9° R in 48 Stunden, später bei 8° R zeigendem Wasser in 52—56 Stunden; eine schwere, ziemlich trockene, mäßig weiche Gerste weichte bei einer Wassertemperatur von 8° R in 84 Stunden, dieselbe Gerste bei einer Temperatur des Flußwassers von 4° R in 108 Stunden.

Thausing bezeichnet als sehr kurze Weichdauer eine solche von 48 Stunden, als eine kurze von 48—56 Stunden, als eine mittlere von 60—72, eine lange von 78—90, eine sehr lange von 90—100 Stunden und darüber.

Die Weichdauer ist, wie bereits angedeutet, von Einfluß auf die Beschaffenheit des zu erzielenden Malzes. Sie wird daher in der Praxis innerhalb der zulässigen Grenzen dementsprechend variiert. Im allgemeinen ist hierüber folgendes zu sagen. Für die Erzielung eines Malzes mit kräftig entwickeltem Blatt- und Wurzelkeime, wobei der Höhepunkt der Diastasebildung erreicht wird, ist der stärkste zulässige Grad der Weiche, somit eine lange Weichdauer erforderlich. Solches Grünmalz ist besonders geeignet zur Herstellung eines hocharomatischen Darrmalzes. Wir begegnen daher in den bayerischen Brauereien, welche ein derartiges Malz herstellen, durchweg einer langen Weichdauer, je nach der Beschaffenheit der Gerste und der Temperatur des Wassers bis zu 120 Stunden.

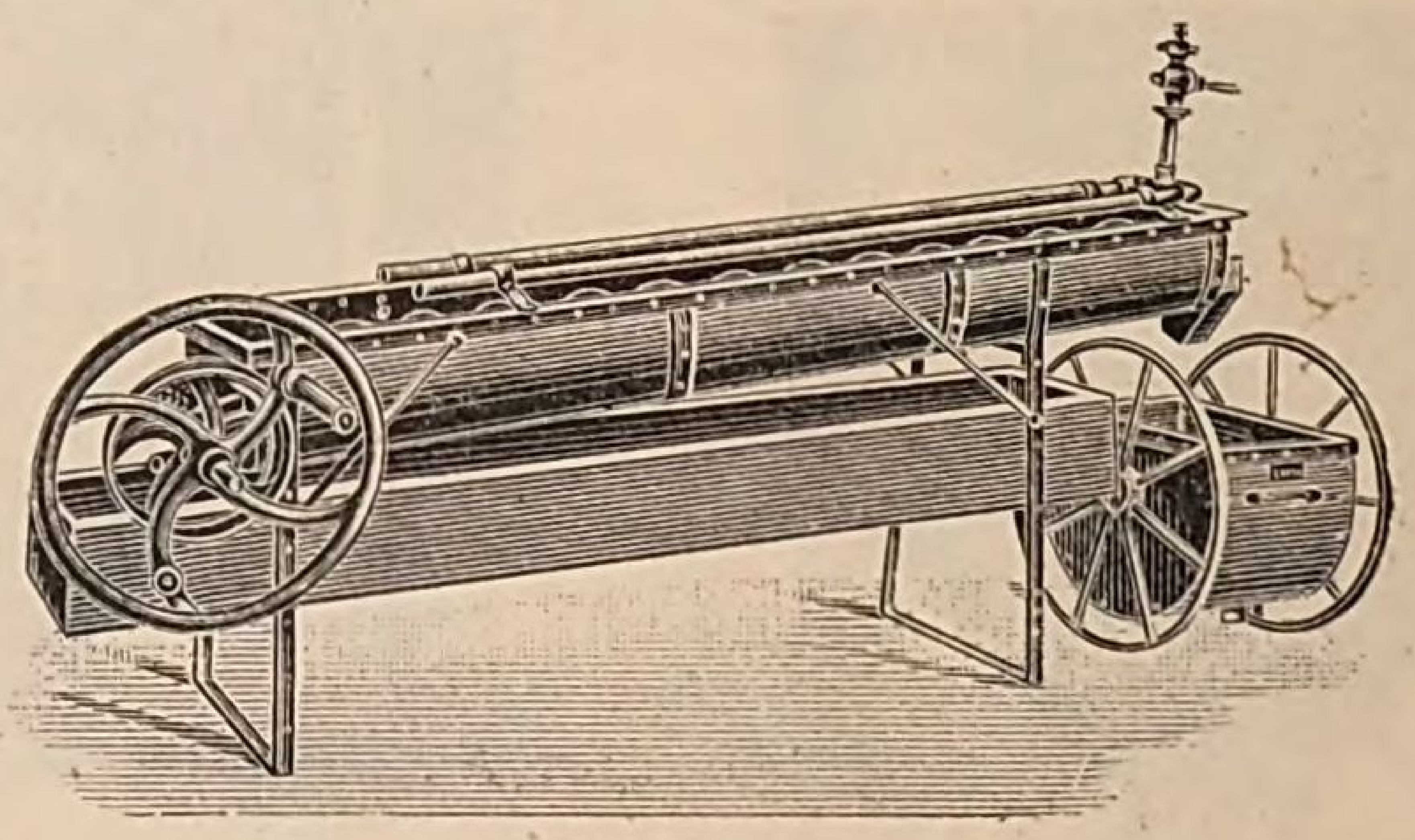


Fig. 201. Steineckersche Gerstenwaschmaschine in Form einer Transportschnecke.

Für weniger aromatisches Malz zu lichten Bieren läßt man die Entwickelung des Wurzel- und Blattkeims weniger weit vorgehen. Bei sehr guter Auflösung wird in diesem Falle der Höhepunkt der Diastasebildung gleichwohl nicht erreicht. Das schadet aber nichts, da bei der niedrigeren Darrtemperatur auch weniger Diastase zerstört wird als bei der Bereitung hocharomatischen Malzes. Für solches Malz ist daher eine kurze bis mittlere Weichdauer am Platze.

Das Waschen der Gerste empfiehlt sich in der Brauerei nicht minder, ja, da die Gerste das Hauptmaterial darstellt, in noch höherem Grade als in der Spiritusfabrikation. Wenn das Waschen Erfolg haben soll, so darf es nicht vor, sondern hat nach der Weiche oder noch besser während des Weichens stattzufinden, nach etwa 20—30 Stunden, sobald die der Gerste anhaftende und durch keine Putzmaschine zu entfernende Schmutzschicht durchweicht und abreibbar ist. Diesem Zwecke entspricht unter anderem die Gerstenwäsche von Steinecker. Dieselbe besteht aus zwei Weichstöcken, von welchen der eine tiefer steht als der andere. Zwischen beiden ist die Waschvorrichtung (Fig. 201) angebracht, durch welche die Gerste, nach dem sie 21—30 Stunden in dem höher gelegenen, als Vorweiche dienenden Weichstock gelegen, hindurchgeht, um im unteren die volle Quellreife zu erhalten.

Um den beim Weichen unvermeidlichen Substanzverlust, dessen Bedeutung indessen vielfach überschätzt wird, zu verringern, kann man in der Weise verfahren,

daß man das Weichwasser von Zeit zu Zeit abläßt und die Körner an der Luft liegen läßt, wobei dieselben das anhaftende Wasser einsaugen, so daß das Keimgut weniger lang mit dem Wasser in Berührung bleibt und dadurch eben weniger Substanz aus der Gerste ausgezogen wird.

Balling schlug zu demselben Zwecke vor, die Gerste nur so lange zu weichen, als zur Reinigung derselben erforderlich und zur Extraktion gewisser Bestandteile der Hülsen, welche den Geschmack des Bieres ungünstig beeinflussen könnten und darauf die erforderliche Weiche erst auf der Tenne durch wiederholtes Besprengen und Wenden zu geben. Es hat sich jedoch dieses Verfahren in der Praxis nicht eingebürgert.

Die quellreife Gerste bleibt nach dem Ablaufen des Wassers zum Abtropfen noch ein Paar Stunden in der Weiche liegen, ehe man sie zum Keimen auf die Tenne bringt.

Der Weichstock muß, bevor er von neuem beschickt wird, sorgfältig gereinigt werden.

Die Weiche wird entweder im Malzkeller selbst auf einer Erhöhung aufgestellt, oder zweckmäßiger über demselben in einem besonderen, gegen äußere Temperatureinflüsse möglichst geschützten Raume, in der Art, daß dem Weichstock durch eine Rohrleitung die Gerste vom Gerstenboden zugeführt werden und das Keimgut direkt auf die Tenne entlassen werden kann. (Fig. 202.)

Das Keimen. Für die Zwecke der Keimung wird die Gerste in entsprechend temperierten Räumen (Malztennen) in Beete ausgebreitet und einer systematischen mechanischen Bearbeitung durch Wenden (Widdern) unterworfen. In weit geringerem Umfange geschieht zur Zeit die Keimung auch in mechanisch-pneumatischen Keimapparaten. Das erstere, älteste und verbreitetste Verfahren, bezeichnete man im Gegensatze zu letzterem als Tennenmälzerei.

a) Die Tennenmälzerei (Fig. 202). Für die Führung des Keimprozesses ist die zweckentsprechende Beschaffenheit der Tenne von großer Bedeutung.

Da neben der Feuchtigkeit die Temperaturverhältnisse und der Zutritt frischer Luft bei der Keimung wesentlich in Betracht kommen, so hat man bei der Anlage einer Tenne diesen Anforderungen Rechnung zu tragen. Die Tenne wird ihrem Zwecke am besten entsprechen, wenn ihre Temperatur möglichst unberührt bleibt von den äußeren sehr schwankenden Temperaturverhältnissen und gleichwohl der erforderliche Luftwechsel stattfinden kann. Ein drittes Erfordernis ist dann eine derartige Beschaffenheit, daß ohne Schwierigkeit die größte Reinlichkeit beobachtet werden kann. Zur Erzielung einer möglichst gleichmäßigen Temperatur wird die Malztenne womöglich in die Erde gelegt als Keller. Bei größeren Betrieben müssen die Tennen des Raummangels und der geringeren Baukosten wegen zuweilen oberirdisch angelegt werden. In diesem Fall begegnet man den äußeren Temperatureinflüssen durch die Aufführung sehr starker Umfassungsmauern mit oder ohne isolierende Luftschicht. Zur Ventilation dienen neben den möglichst hoch anzubringenden Fensteröffnungen, die mit gut schließenden Fenstern versehen sein müssen, bei größeren Tennen besondere Dunstabzüge, welche in den Umfassungsmauern angebracht sind und über dem Dache oder an den Außenwänden des oberen Stockwerkes ausmünden, oder aber man verbindet die höchste Stelle der Tenne durch einen Kanal mit einem in der Nähe befindlichen Dampfrauchfang und benutzt diesen so als

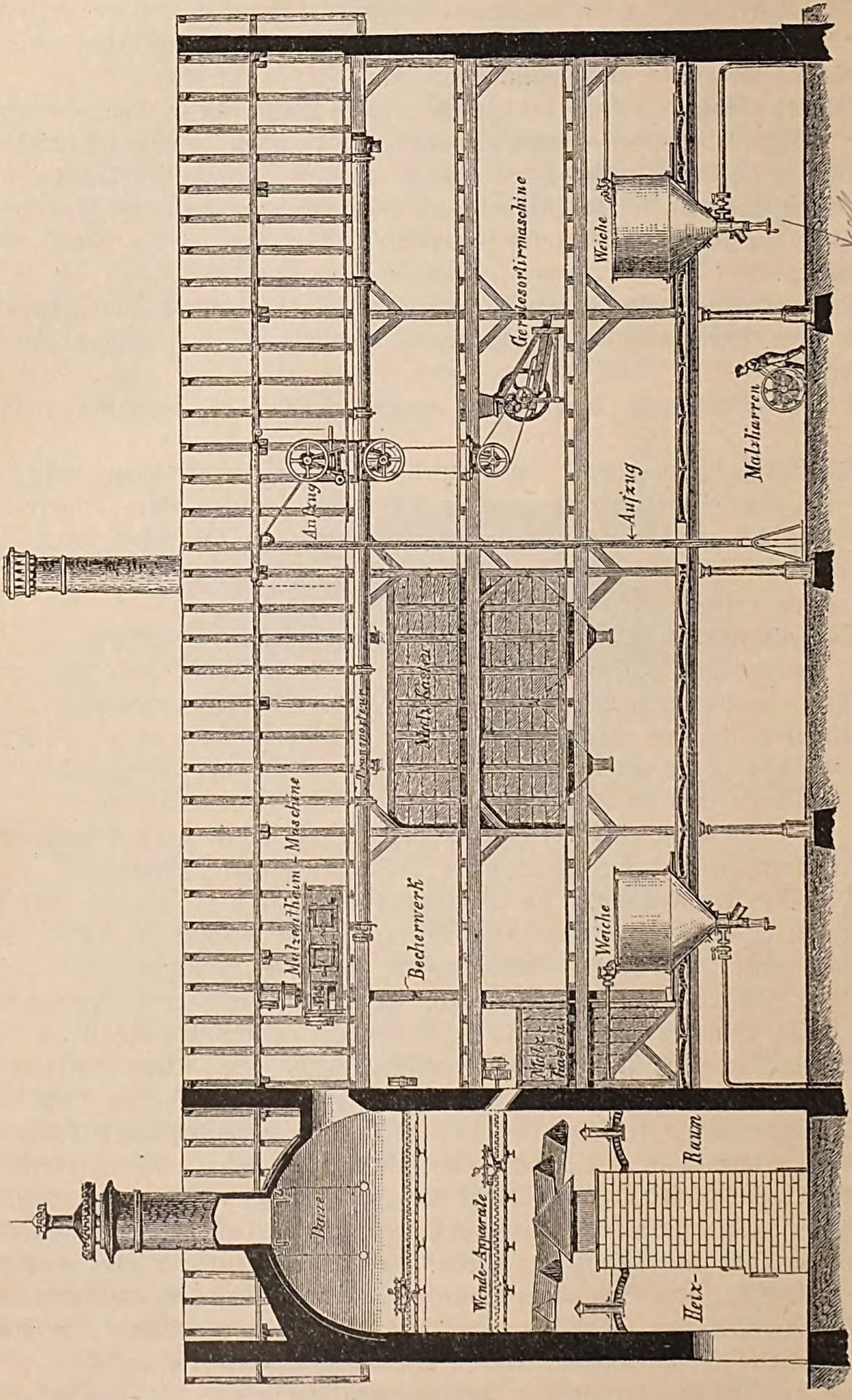


Fig. 202. Mälzerei.

Ventilator. Den Bedingungen der Reinlichkeit hat in erster Linie der Tennenboden zu entsprechen. Derselbe soll daher möglichst dicht, daneben aber auch dauerhaft und von einer Beschaffenheit sein, daß er dem Malze keine Feuchtigkeit entzieht. Am besten dienen zur Herstellung desselben Sohlenhofer Platten, Portlandzement oder Asphalt. Die Wände seien glatt verputzt und am Boden, um beim Umschaufeln ein Abstoßen des Verputzes zu vermeiden, mit Steinplatten bekleidet. Ein Anstrich der Wände mit der allerdings etwas teuren Emailfarbe leistet der Reinlichkeit wesentlichen Vorschub.

Die quellreife Gerste wird mittelst Butten oder kleinen Kippwagen auf der Tenne verteilt und in Beete angeordnet.

Die Führung des Malzes auf der Tenne wird verschieden gehandhabt je nachdem man langes oder kurzes Gewächs erzielen will. Die Bezeichnung kurzes oder langes Gewächs bezieht sich auf die Entwicklung des Wurzel- und des Blattkeims. Als lang gewachsen möchten wir ein Malz bezeichnen, bei welchem die Wurzelkeime die 1½fache bis doppelte Länge des Kornes und darüber erreicht haben, als kurz gewachsen ein solches von gleicher Wurzel- und Kornlänge, während der Blattkeim bei beiden gleich stark entwickelt sein kann und etwa $^2/_3$—$^3/_4$ der Kornlänge erreicht hat. Die Ansichten der Praktiker, ob langes oder kurzes Gewächs vorzuziehen, sind geteilt. In Bayern hält man an der Ansicht fest, daß „lang gewachsenes Malz“ leichter ein vollmundiges, klares und haltbares Bier gebe.

Soviel ist sicher, daß zur Erzielung eines kräftigen Malzaromas beim Darren lang gewachsenes Malz besser geeignet ist als kurz gewachsenes und zwar wegen seines höheren Diastasegehaltes. Letzterer ist aber, wie wir später hören werden, an der Aromabildung beim Darren wesentlich beteiligt. Durch eine kräftige Wurzelbildung wird der Stickstoffgehalt des Kornes vermindert, was bei Verarbeitung einer stickstoffreichen Gerste immerhin erwünscht sein kann. Vorteilhaft mag bei einem langem Gewächs auch erscheinen, daß solches Malz lockerer auf der Darre liegt, wodurch der Abzug der Feuchtigkeit jedenfalls erleichtert wird.

Neben dem Weichgrade ist es, normale Temperaturverhältnisse vorausgesetzt, insbesondere die Häufigkeit des Wendens, welche die Entwickelung des Wurzelkeims beeinflußt. Je häufiger das Keimgut gewendet wird, um so kürzer bleiben die Würzelchen. Es mag dies unter anderem damit zusammenhängen, daß dem Keimgute hierdurch mehr Wasser entzogen wird. In gleichem Sinne wirkt auch eine zu starke Ventilation der Tenne. Nicht unwahrscheinlich ist ferner, daß die Entwickelung der Würzelchen durch den mechanischen Eingriff des Wendens eine Störung erfährt, indem die ungemein zarten Wurzelhärchen beschädigt werden. Wendet man weniger häufig und überläßt das Malz längere Zeit sich selbst, so legen sich die Wurzelhärchen nicht an, sondern heben sich deutlich ab und bewirken ein starkes Verfilzen „Greifen“ des Keimgutes, während das Längenwachsthum der Würzelchen erheblich zunimmt. Daß bei diesem „Greifenlassen“ auf der Tenne gleichzeitig eine Temperatursteigerung im keimenden Haufen stattfindet, ist selbstverständlich. Hierbei kann sich bei dem bayrischen Malzungsverfahren die Temperatur auf 20—22° R erheben. Im allgemeinen hat man jedoch bei der Führung des Malzes in der Brauerei ebenso wie in der Brennerei an dem Grundsatze festzuhalten, daß eine niedrige Keimungstemperatur der Entwicklung eines gesunden Malzes günstig ist und

dementsprechend dafür Sorge zu tragen, daß die durchschnittliche Keimungstemperatur von 15° R nicht wesentlich überschritten werde.

Die quellreife Gerste wird zunächst als „Naßhaufen" in einem Beet von 30—50 cm Höhe aufgeschichtet und zur gleichmäßigen Verteilung der Feuchtigkeit alle 10—12 Stunden gewendet. Sobald — nach etwa 36 Stunden — die Gerste „spitzt" und mit dem Hervorbrechen der Würzelchen der Haufen sich zu erwärmen beginnt, wird die keimende Gerste allmählich dünner gelegt und so oft die Temperatursteigerung es erfordert, gewendet. Das Wenden, welches mit einer flachen, hölzernen Schaufel ausgeführt wird und viel Geschicklichkeit und Uebung erfordert, dürfte durchschnittlich alle 6—8 Stunden erforderlich sein und zwar im Brechhaufen alle acht, im Junghaufen alle sechs (nach dem Hervorbrechen von 3—4 Würzelchen), im Althaufen nach acht Stunden. Allgemein giltige Zahlen lassen sich dafür jedoch ebensowenig angeben, wie für die Höhe und Ausdehnung der Beete, wie sich überhaupt keine Schablone für das Mälzen aufstellen läßt.

Mit dem Eintritte einer lebhaften Keimung verdichtet sich das im Innern des Haufens durch den Keimungsvorgang sich entwickelnde Wasser auf der Oberfläche der höher liegenden Schichten, so daß sich dieselben feucht anfühlen und gleichsam „schwitzen". Der Mälzer bezeichnet denn auch diese Feuchtigkeit als „Schweiß", und man unterschied früher das Arbeiten auf kalten und das auf warmen Schweiß. Bei dem Arbeiten auf „warmen Schweiß", das man gegenwärtig als unrationell größtenteils aufgegeben hat, beförderte man die Erwärmung der Haufen durch Zusammenziehung derselben auf eine Höhe von 40 cm zur Zeit der intensivsten Keimung, wodurch die Temperatur auf 25° R stieg und darüber. Die Keimung war bei diesem Verfahren meist am fünften Tage beendet, nichtsdestoweniger aber mit einem beträchtlichen Substanzverlust verbunden. Das Arbeiten auf „kalten Schweiß" ist die jetzt allgemein übliche Art zu mälzen, wobei man, wie bemerkt, die Temperatur des keimenden Haufens in engeren Grenzen hält und womöglich 15° nicht wesentlich überschreiten läßt; als Maximaltemperatur mag 17—18° gelten.

Um auf die Bedeutung des Wendens (Widderns) noch einmal zurückzukommen, so hat dasselbe den Zweck, die Temperatur und Feuchtigkeit im keimenden Haufen auszugleichen und demselben frische Luft zuzuführen. Bei einem richtigen Weichgrad und einer normalen Beschaffenheit der Tenne und des Rohmaterials ist es einzig und allein das rechtzeitig und sachgemäß vorgenommene Wenden, durch welches man ein gleichmäßig gewachsenes Malz erzielt.

Ein gleichmäßiges Wachsen des Malzes ist auch ein Hauptmerkmal für den guten Fortgang des Mälzens. Gleichzeitig soll sich ein angenehmer, erfrischender, an Gurken erinnernder Geruch bemerkbar machen. Die Wurzelkeime sollen frisch und selbst am letzten Tage nicht matt und welk erscheinen.

Bei der eben skizzierten Behandlung des Malzes auf der Tenne ist die Keimung nach 7—10 Tagen vollendet. In der Regel dürfte dieselbe am siebenten Tage beendet sein. Das Malz dann noch länger liegen zu lassen, damit es ja seine zehn Tage auf der Tenne zubringt, wie das so häufig geschieht, ist unzweckmäßig, da es dadurch nur an Qualität verliert.

Ein gutes Grünmalz soll einen frischen, nicht dumpfen Geruch besitzen; der Blattkeim habe $^2/_3$—$^1/_1$ der Kornlänge erreicht; die Auflösung sei eine mehlige.

Das fertige Grünmalz wird durch einen Aufzug nach dem Schwelkboden oder direkt auf die Schwelkhorde der Darre befördert. Das Schwelken (Welken) beruht auf einer Wasserentziehung durch Ausbreiten des Malzes in eine dünne Schicht an einem trockenen und luftigen Orte. Durch dieses Austrocknen kommt der Keimprozeß rasch zum Stillstande.

In Bezug auf die Größe der Malztenne ist zu erwähnen, daß dieselbe je nach der Behandlung der Gerste verschieden ist; ebenso wechselt der Bedarf an Tennenraum je nach der Dauer der Mälzungsperiode.

Man kann nicht das ganze Jahr hindurch mälzen, da mit Eintritt der heißen Jahreszeit die Tennen zu warm werden und außerdem das Darren bei der feuchten Luft und den ungünstigen Zugverhältnissen im Sommer Schwierigkeiten bereitet. Im allgemeinen rechnet man für 1 hl Gerste 2,3 qm Tennenfläche bei 10—13 cm hoher Schüttung.

b) Die mechanisch-pneumatische Mälzerei. Während in den übrigen Zweigen der Bierbrauerei längst die Maschinenkraft eine hervorragende Rolle spielt dominiert in der Mälzerei immer noch die Handarbeit. Es ist dieses indessen durchaus nicht merkwürdig, wenn man bedenkt, daß es sich hier nicht allein darum handelt, die mechanische Thätigkeit des Wendens durch Maschinenkraft ausführen zu lassen, sondern daß auch den Keimungsbedingungen der Regulierung der Temperatur, Luftzufuhr und Feuchtigkeit entsprechend Rechnung zu tragen ist. Daß letzteres bei der Konstruktion der mechanischen Keimapparate nicht genügend berücksichtigt wurde, war die Ursache, daß diese keinen Erfolg erzielten. Jene Systeme dagegen, welche gleichzeitig auf die Regulierung der Keimungsbedingungen bedachtnehmen, die mechanisch-pneumatischen Keimapparate, sind zweifellos berufen, eine Umwälzung auf dem Gebiete der Mälzerei allmählich durchzuführen.

Das Prinzip der pneumatischen Mälzerei beruht auf der Anwendung eines mit Feuchtigkeit gesättigten Luftstroms von konstanter Temperatur, welchen man durch das in hoher Schicht ausgebreitete Keimgut hindurchführt.

Die verschiedenen Systeme der pneumatischen Mälzerei können in zwei Gruppen eingeteilt werden, in die der Kasten-, und die der Trommelmälzerei, je nachdem der zur Aufnahme des Keimgutes bestimmte Raum die Form eines viereckigen (offenen) Kastens, oder die einer Trommel besitzt.

Wir begnügen uns damit, je ein System als Repräsentant dieser Gruppen kurz zu beschreiben, da für kleinere Betriebe die pneumatische Mälzerei vorläufig ohnehin noch nicht rentabel erscheint; wir wählen zu dem Zwecke die beiden verbreitetsten Systeme, das Saladinsche und das Gallandsche.

Saladin adoptierte den ursprünglich von Galland eingeführten Keimkasten und verbesserte die Arbeit mit demselben wesentlich durch die Anbringung von Wendeapparaten.

Die pneumatische Mälzerei, System Saladin. Eine pneumatische Mälzerei-Anlage nach System Saladin (siehe Fig. 205) besteht aus einer Anzahl von Keimkasten (Fig. 203. u. 204), welche in ihren Dimensionen dem zur Verfügung stehenden Raum angepaßt werden können. Meist sind es länglich viereckige Kästen von 10—15 m Länge, 3 m Breite und 1,5 m Höhe. Die Seitenwände sind

in Cementmauerwerk ausgeführt. Die Stirnwände bestehen aus halbzylindrische Nischen bildendem Eisenblech zur Aufnahme der Wendeschnecken. Die vordere Stirnwand ist abnehmbar, um nach beendigter Keimung das Grünmalz bequem in den

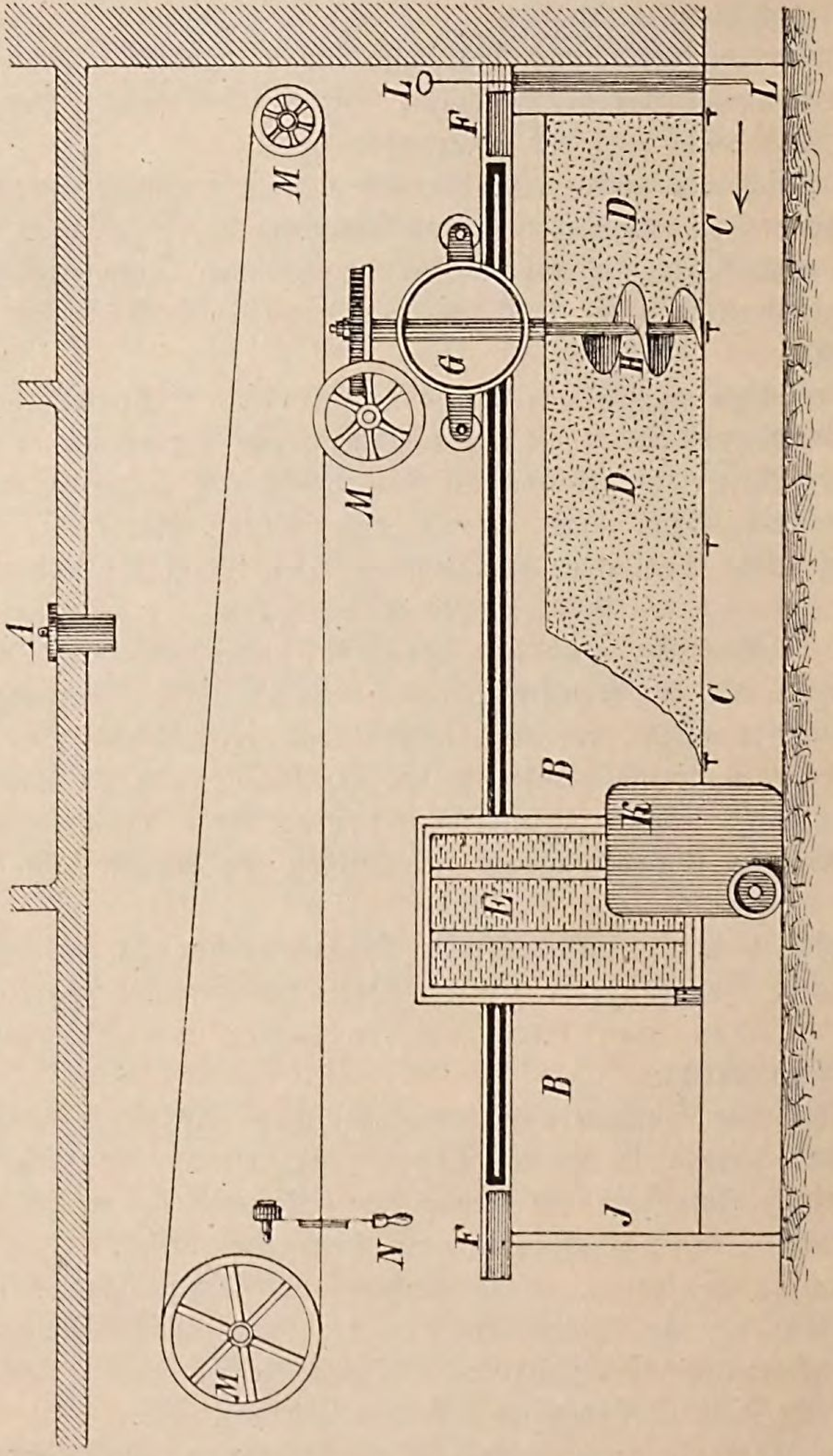


Fig. 203. Saladinscher Keimkasten. Längsschnitt.

Kippwagen K füllen zu können. Der eigentliche Keimboden wird durch ein 0,5 m über dem Tennenboden befindliches, aus perforierten Blechen E bestehendes Plateau gebildet. Das Plateau besteht aus einzelnen Teilen, welche aufgeklappt werden können, so daß der darunter befindliche Luftraum leicht zugänglich und zu reinigen ist.

Auf diesem Plateau lagert die ausgeweichte Gerste in einer Höhe von 60 cm, nach vollendeter Keimung etwa 80 cm hoch.

Der Auflockerungsapparat G besteht aus einem Wagen von der Breite des Keimbeetes, der auf zwei, auf den Längswänden angebrachten Schienen F

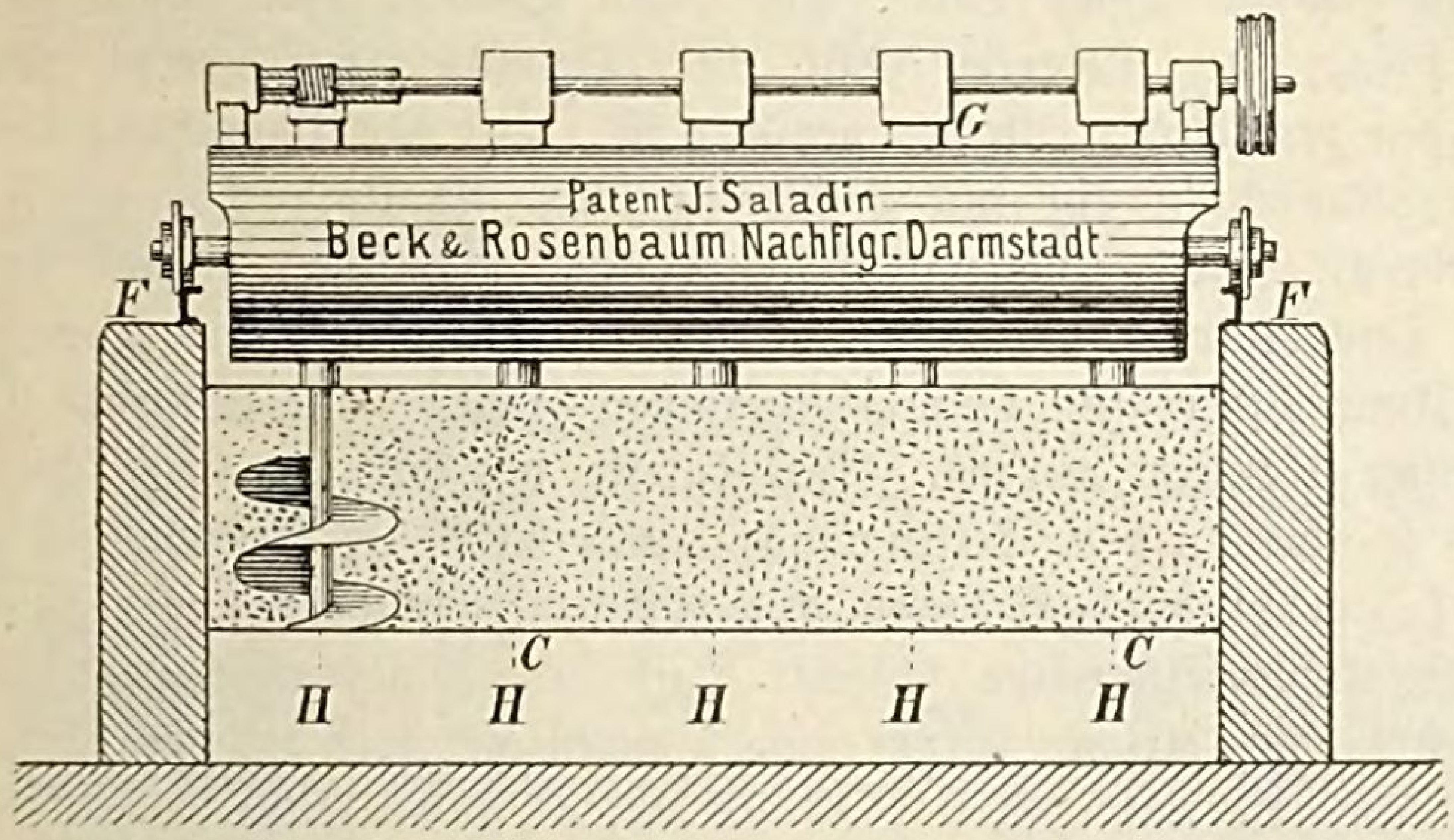


Fig. 204. Saladinscher Keimkasten. Querschnitt.

zwischen eisernen Zahnstangen läuft. Der Wagen trägt eine Anzahl senkrechter Achsen, an deren jeder eine korkzieherförmige Auflockerungsschnecke H befestigt ist, welche durch horizontale Schneckenräder und eine endlose Schraube bewegt werden. Mit dem langsam sich vorwärts bewegenden Wagen drehen sich die Schnecken und bewirken dadurch eine sehr vollkommene Auflockerung. Die Um-

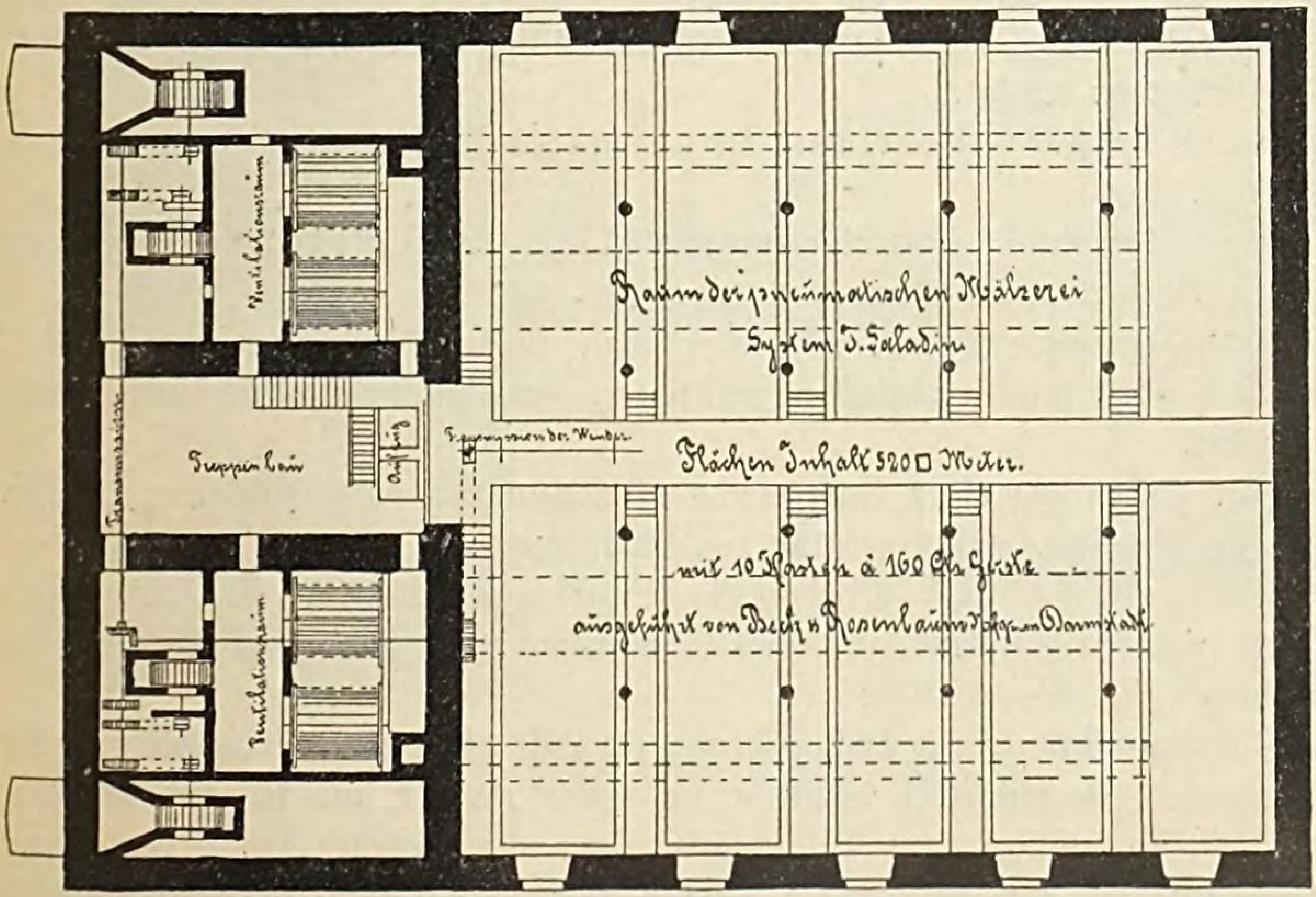


Fig. 205. Saladinsche Mälzerei. Grundriß.

steuerung erfolgt automatisch, der Antrieb durch ein endloses Seil von der Transmission M aus.

Die Vorrichtung zur Zuführung, Anfeuchtung und Temperierung der Luft besteht aus einem Ventilator, dem sogenannten Umwechseler (Echangeur). Der Ventilator fängt frische Luft durch einen Schacht von außen und führt sie dem Umwechseler zu. Letzterer stellt eine Trommel dar, deren Mantel aus mehreren Lagen perforierten Bleches gebildet ist. Bei der Umdrehung der Trommel taucht dieser Mantel in ein mit Wasser gefülltes Bassin. Die durch den Ventilator angesaugte Luft durchbringt diesen Mantel und wird hierbei auf den erforderlichen Temperatur- und Feuchtigkeitsgrad gebracht. Die Temperatur des Wassers im Umwechslerbassin kann erforderlichen Falles durch künstliche Erwärmung oder Abkühlung reguliert werden. Der Zutritt der Luft zu den Keimkasten geschieht durch je zwei in den Seitenwänden unterhalb des Keimbodens angebrachte Oeffnungen L, welche durch Schieber und Stangen von oben aus reguliert werden können. Die kohlensäurereiche schlechte Luft des Mälzungsraumes wird durch einen Exhaustor von gleicher Größe und Tourenzahl wie der des Ventilators abgesaugt.

Das Ausweichen der quellreichen Gerste wird in der Weise vorgenommen, daß man durch eine Rohrleitung die Gerste mitsamt dem Wasser in den Kasten laufen läßt, wobei das Wasser durch den perforierten Boden in den darunter befindlichen Kanal abläuft. Darauf läßt man den Wender einmal durch das Keimgut gehen, um es aufzulockern und zu ebnen, worauf dasselbe zunächst, ohne zu ventilieren, liegen bleibt, bis die Temperatur auf 12° R gestiegen ist. Nun werden die Ventilationsklappen geöffnet und der Luftzutritt derart geregelt, daß die Temperatur im keimenden Haufen derjenigen der eintretenden Luft (12° R) möglichst gleichbleibt. Da das Wenden lediglich dazu dient, die keimende Gerste aufzulockern und ein Verfilzen derselben zu verhindern, so ist es völlig genügend, wenn dasselbe alle 12—18 Stunden erfolgt.

Der Keimprozeß verläuft in normaler Weise und ist in 7—8 Tagen vollendet.

Das Saladinsche System giebt dem Mälzer alle Faktoren zur Erzielung eines normalen Malzes in die Hand.

Nach beendetem Keimprozeß kann man in den Keimkasten auch schwelken, indem man statt mit Feuchtigkeit gesättigter, gewöhnliche trockne Luft durch das Malz führt.

Zur Bedienung einer Anlage von 10 Keimkasten (à 140 Zentner) genügt ein Mann für den Tag- und einer für den Nachtbetrieb.

Die pneumatische Mälzerei, System Galland. Die Gallandsche Mälzerei neueren Systems ist eine Trommelmälzerei und zeigt die nachstehende Anordnung (Fig. 206 u. 207):

Zur Anfeuchtung und Temperierung der Luft dient ein gemauerter oder eiserner Koketurm A. In demselben befinden sich zwei Roste r und R, auf welchen mit einem kleinen Zwischenraum Koksschichten von verschiedener Höhe lagern. Ueber der Kokssäule ist ein sogenannter Anschwänzer s angebracht, der sich drehend, in feiner Verteilung frisches Brunnenwasser von 8—10° R über den Koks niederrieselt. Der Raum über dem Anschwänzer steht in Verbindung mit einer zu den Malzapparaten führenden Luftzuleitung L und L_1 und mit einer von diesen zu einem Exhaustor (Ventilator) Z führenden Luftableitung S. Wenn letzterer saugt, so tritt

unter den Rost frische Außenluft. Diese durchstreicht die Koksschicht, wobei sie mit Feuchtigkeit gesättigt und auf eine Temperatur von 9—11° R gebracht wird. Im Winter, wo die Luft mit zu niedriger Temperatur unter die Koksschicht eintritt, wird das „Anschwänzwasser" entsprechend vorgewärmt.

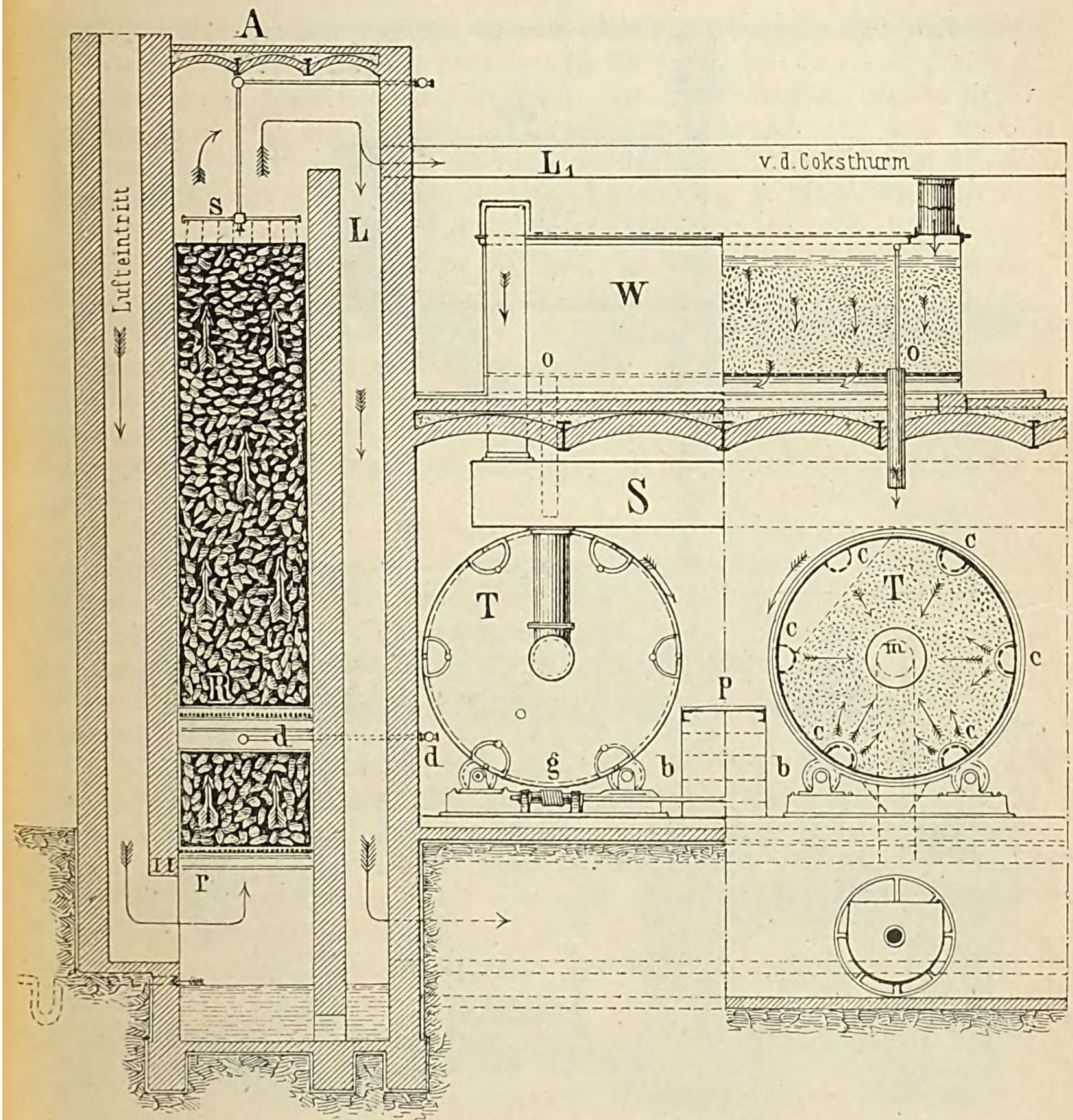


Fig. 206. Gallandsche Trommelanlage. Querschnitt.

Statt der höheren Koksschicht und des Anschwänzapparates werden neuerdings in der Höhe des obern Rostes Wasserstreudüsen angeordnet, durch welche unter einem Druck von 3—5 Atmosphären Wasser gepreßt und in Form eines feinen Staubes 4—6 m hochgeblasen wird. Die untere niedere Koksschicht ist als Luftfilter beibehalten.

Zum Einquellen der Gerste finden zumeist gewöhnliche Weichkästen W1 (Fig. 207) mit konischem Boden Anwendung und zwar je einer für zwei darunter befindliche Trommeln, wobei die quellreife Gerste durch ein drehbares untergehängtes Trichterrohr direkt in die Keimtrommel entlassen werden kann.

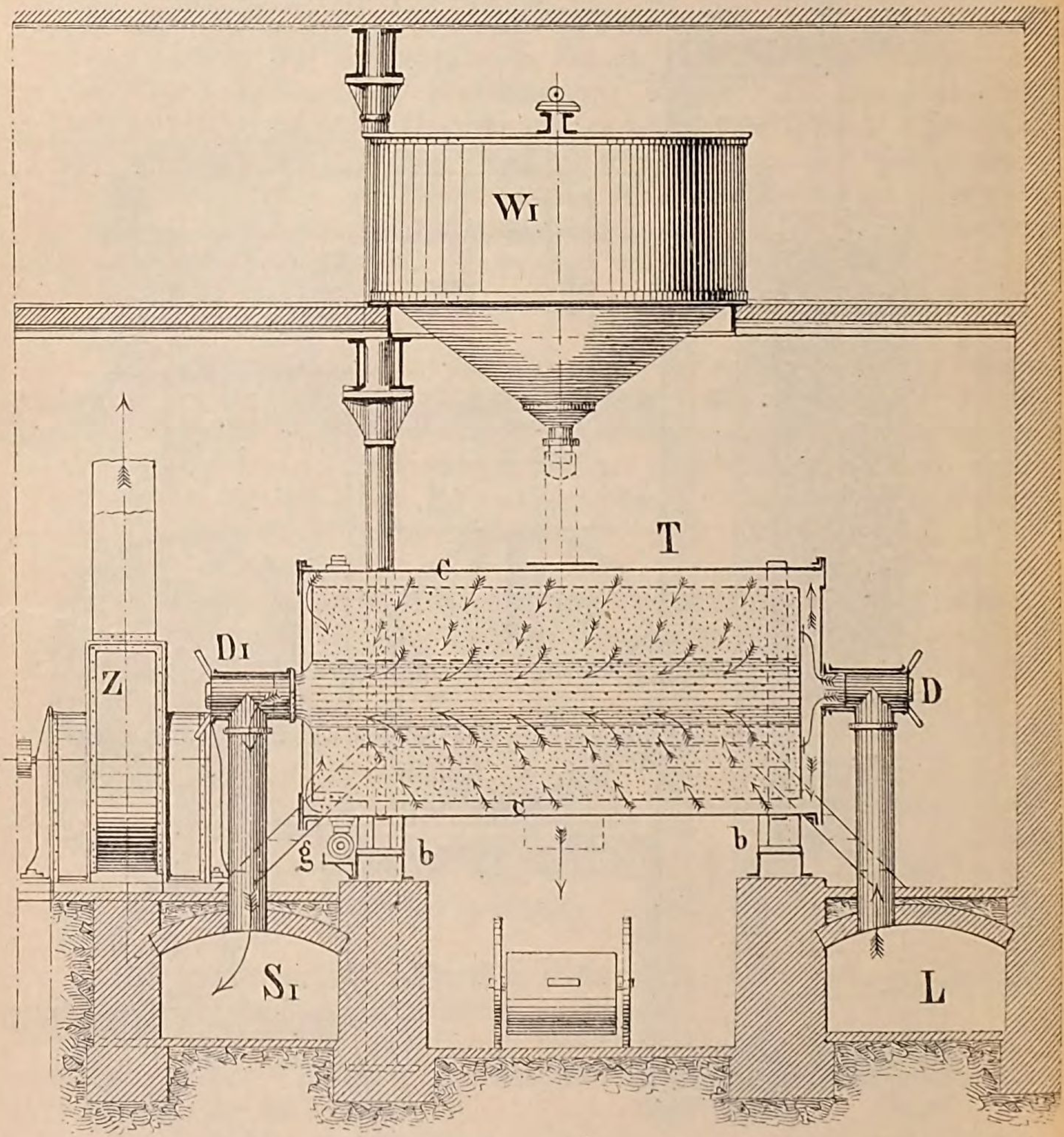


Fig. 207. Galland'sche Trommelanlage. Längsschnitt.

Bei Raummangel, wo eine genügende Anzahl von Keimtrommeln nicht aufgestellt werden kann, bedient man sich zum Einweichen der pneumatischen Weichkästen W (Fig. 206), in welchen das quellreife Keimgut bis zum Eintritt der Keimung (Spitzen) liegen bleibt. Zu dem Behufe ist der Weichkasten mit einem feingelochten Doppelboden versehen, durch einen Deckel luftdicht verschließbar und mit der Luft-

leitung L_1 verbunden, sodaß nach Erlangung der Quellreife und dem Ablassen des letzten Wassers die präparierte Luft in der Richtung der Pfeile durch das Keimgut hindurch gesaugt werden kann. Unten in den Weichkästen sind ventilartig abgeschlossene Oeffnungen o, durch welche die „spitzende" Gerste zur Fortführung der Keimung in die Keimtrommeln niedergelassen werden kann.

Die Keimtrommel besteht aus zwei aus Eisenblech gearbeiteten Zylindern. Der äußere Zylinder ist massiv, der innere zur Aufnahme des Keimgutes bestimmt besitzt der ganzen Länge nach halbkreisförmige, fein gelochte Kanäle. In der Achse des Zylinders liegt ein ebenfalls fein durchlochtes Mittelrohr m. Der Raum zwischen den beiden Zylindern bildet die Luftkammer. Diese steht durch den Regulierschieber D in Verbindung mit der Luftzuleitung L. Das Mittelrohr m — absperrbar und regulierbar mittels des Regulierschiebers D_1 — steht in Verbindung mit der Luftabsaugeleitung S. Das Mittelrohr hat jedoch keine direkte Verbindung mit der Luftkammer, weshalb die vom Ventilator angesaugte Luft die Trommel nur in der Richtung der eingezeichneten Pfeile durchstreichen kann. Zum Ein- und Ausbringen des Keimgutes dienen je zwei um 120° versetzte, leicht zu öffnende und dicht schließende Thüren. Das Wenden der keimenden Gerste geschieht durch eine ganz langsame Drehung der Trommeln. Zu dem Behufe sind die Trommeln auf zwei Paar Rollenböcken b gelagert und mittels Schneckenradgetriebe in ca. 40 Minuten einmal herumdrehbar.

Zur Beobachtung der Temperaturen des wachsenden Malzes hat jede Trommel an beiden Stirnwandungen ein Thermometer. Die Regulierung der Temperatur geschieht durch Drehen des Luftregulierhahnes D, wodurch mehr oder weniger präparierte Luft durch die Trommel geführt wird. Ferner kann von dem zwischen je zwei Trommeln angebrachten Podium p aus, durch Oeffnen einer der Thüren in der Mitte der Trommeln der Haufen direkt untersucht und in Augenschein genommen werden.

Nach beendeter Keimung wird mittels des Zuführungsdrehschiebers D die feuchte Luft von der Trommel abgesperrt und durch Oeffnen einer im Deckel dieses Drehschiebers angebrachten Thüre gewöhnliche, trockene Luft durch das Grünmalz gesaugt, wobei letzteres in einfacher Weise abgeschwelkt wird.

Das fertige Grünmalz endlich wird durch eine nach unten gestellte Thür in untergefahrene Kippwagen entleert.

Die Größe der Trommeln entspricht einem Fassungsraum von 50—100 Zollzentnern.

Nachdem durch vielfache praktische Erfahrungen der Nachweis geliefert ist, daß auf dem Wege der pneumatischen Mälzerei ein tadelloses Malz erzeugt werden kann, gelten als wesentliche Vorzüge derselben vor der Tennenmälzerei:

1. eine beträchtliche Raumersparnis, da bei der hohen Lage des Keimgutes ungefähr nur $^1/_5$ des für die Tenne erforderlichen Raumes benötigt wird.

2. Die Möglichkeit, das ganze Jahr hindurch auch während der heißen Jahreszeit zu mälzen, während bei der Tennenmälzerei die durchschnittliche Arbeitsdauer 220—230 Tage beträgt.

3. Die Beschränkung des Arbeitspersonals, da selbst bei einer bedeutenden Anlage ein Mann für den Tag und einer für den Nachtbetrieb ausreicht.

4. Die Erzielung eines extraktreicheren Malzes, da durch die Führung bei einer gleichmäßig niedrigen Temperatur ein geringerer Substanzverlust bei der Keimung stattfindet.

5. Die Vermeidung einer Schimmelbildung auf dem Malze, infolge der Zuführung großer Mengen gereinigter Luft.

6. Die Möglichkeit, die pneumatische Anlage fast jedem beliebigen Raume anzupassen, gleichgiltig, ob derselbe über oder unter der Erde liegt.

Das Darren. Das Darren beruht auf einer zweckmäßig geleiteten Einwirkung allmählich steigender Temperaturen — bis zu 80° R. und darüber — auf das Grün- oder Schwelkmalz.

Dasselbe ist unstreitig eine der wichtigsten Operationen im Brauereibetriebe.

Durch das Darren wird in erster Linie der Charakter des Malzes und damit des Bieres bestimmt. Die Verschiedenheit des münchener, wiener und norddeutschen Bieres rührt hauptsächlich von der verschiedenen Beschaffenheit der Malzsorten her, welche wieder auf eine abweichende Behandlung des Grünmalzes auf der Darre zurückzuführen ist.

Der Ausfall des Darrens ist in hohem Grade ausschlaggebend für die nachfolgenden Operationen der Bierbereitung und Fehler beim Darren machen sich später bei der Verarbeitung des Malzes schwer fühlbar und stellen vielfach die Herstellung eines guten Bieres überhaupt in Frage.

Durch das Darren bezweckt man hauptsächlich:

Die Beseitigung des rohen, bohnenartigen Geschmackes des Grünmalzes, an dessen Stelle mehr oder weniger kräftig je nach der Behandlung des Malzes auf der Darre das Malzaroma tritt. Letzteres ist am reichlichsten vorhanden im bayerischen am geringsten im pilsener Malze.

Gleichzeitig erreicht man, daß durch die hierbei stattfindende Entwässerung das Malz für eine längere Aufbewahrung geeignet wird, und daß die Wurzelkeime durch das Trocknen spröde geworden, nachher beim Putzen des Malzes sich leicht entfernen lassen.

Der Wassergehalt des Malzes sinkt beim Darren auf 1,5—3 pCt. Gleichzeitig damit ist natürlich eine Volumenverminderung verbunden.

Zur Entstehung des Malzaromas tragen hauptsächlich die Röstprodukte der löslichen Kohlenhydrate des Malzes, insbesondere die der Isomaltose und des Invertzuckers bezw. der Levulose bei. Der Fettgehalt des Malzes beeinflußt das Aroma in sehr geringem Maße und dabei mehr in ungünstigem Sinne.

An sonstigen Veränderungen des Malzes beim Darren sind hervorzuheben eine Vermehrung des Gehaltes an reduzierendem Zucker (Invertzucker) und insbesondere eine Verringerung der Diastasewirkung, welche auf ½—⅙ von der des Grünmalzes zurückgeht.

Die löslichen Proteïnstoffe des Malzes werden zum Teil unlöslich, zum Teil, jedoch in sehr geringem Maße wie es scheint, peptonisiert.

Die Darrapparate (Darren). Da es sich beim Darren nicht um die Einwirkung beliebig rasch zu steigernder Temperaturen handelt, sondern um eine allmähliche Steigerung derselben und um die zweckentsprechende Entfernung der feuchten Luft, so haben die Darrapparate durch geeignete Konstruktion der Heizung und Ventilationseinrichtung diesen Anforderungen Rechnung zu tragen.

Zu beachten ist, daß nicht jede Darrkonstruktion zur Herstellung einer jeden beliebigen Malzsorte geeignet ist.

Darren für lichte Biere müssen einen ausgiebigeren Luftwechsel gestatten, als solche für dunkle, während bei diesen dafür gesorgt sein muß, daß ohne Schwierigkeit höhere Temperaturen beim Abdarren erreicht werden können. Indessen geht das Bestreben der Darrkonstrukteure in neuerer Zeit dahin, Darren zu bauen, welche allen Anforderungen genügen.

Ganz allgemein muß von einer guten Darre gefordert werden, daß sie Malz von dem gewünschten Charakter mit einem möglichst geringen Aufwand von Brennmaterial zu erzeugen gestatte.

Bei einer guten Darre beträgt der Aufwand an Brennmaterial nicht mehr als 20 kg einer mittleren Steinkohle pro 100 kg keimfreien Malzes bei 24stündigem Darren und einer Abdarrtemperatur von 70° R.

Die zahlreichen, zur Zeit existierenden Darrkonstruktionen lassen sich in folgende drei Gruppen ordnen:

1. Darren, bei welchen das Malz direkt mit den Heizgasen in Berührung kommt: Rauchdarren, Kokesdarren.

2. Luftdarren, bei welchen durch eine Heizvorrichtung erwärmte Luft erzeugt wird. Man unterscheidet Luftdarren mit liegenden Heizröhren und mit stehenden, ferner solche mit liegenden und stehenden Heizröhren.

3. Die mechanischen (kontinuierlich arbeitenden) Darren.

Die Rauchdarren haben gegenwärtig fast lediglich mehr historisches Interesse. Sie finden sich zwar da und dort noch auf dem Lande, jedoch ihrer wesentlichen Nachteile wegen gegenüber den neueren Darrkonstruktionen nur mehr vereinzelt. Vor allem nimmt das Malz gewisse brenzliche Bestandteile des Rauches auf, welcher das Grünmalz durchzieht, und erhält dadurch einen durchaus nicht allgemein beliebten Rauchgeschmack, welchen es dem Biere mitteilt. Zudem ist zum Heizen der Rauchdarre nur gut getrocknetes Buchenholz verwendbar. Brennstoffe, wie Torf, Braunkohle und Steinkohle, welche beim Verbrennen widerlich riechende Dämpfe entwickeln, sind an sich ausgeschlossen.

Wesentlich günstiger gestalten sich die Verhältnisse bei Anwendung von Kokes als Brennmaterial, da dieselben beim Verbrennen nur indifferente Gase liefern neben etwas schwefliger Säure, welche nicht schadet, sondern sogar nicht unerwünscht ist.

Kokesdarren werden daher heute noch in verbesserten Konstruktionen empfohlen und, wo dieses Brennmaterial leicht zu beschaffen ist, mit Vorteil angewendet.

Luftdarren. Die Luftdarren unterscheiden sich von den Rauch- und Kokesdarren wesentlich dadurch, daß das Malz nicht mit den Verbrennungsgasen in Berührung kommt. Diese dienen vielmehr, in einem Rohrsysteme fortgeleitet lediglich dazu, warme Luft zu erzeugen, welche das Malz durchstreichend dasselbe trocknet und darrt. Es kann daher jedes beliebige Brennmaterial verwendet werden.

Wir haben an einer Luftdarre (Fig. 208 und 209) als Hauptbestandteile zu unterscheiden:

1. Den Heizapparat mit dem Feuerungsraum.
2. Die Lufterwärmungskammer oder Sau.
3. Den eigentlichen Darrraum.

Der Heizapparat besteht aus dem Darrofen, welcher im Erdgeschoß sich befindet und den Bedingungen einer möglichst vollkommenen Verbrennung des Brennmaterials genügen muß und den Heizröhren, welche die heißen Verbrennungsgase aufnehmen und dieselben, nachdem sie zur Erwärmung der Luft gedient, dem Schornstein zuführen. Die Heizröhren sind aus Eisenblech oder Gußeisen gefertigt.

Je nachdem dieselben in horizontalen Windungen unter der Darrhorde angebracht werden oder zu einem

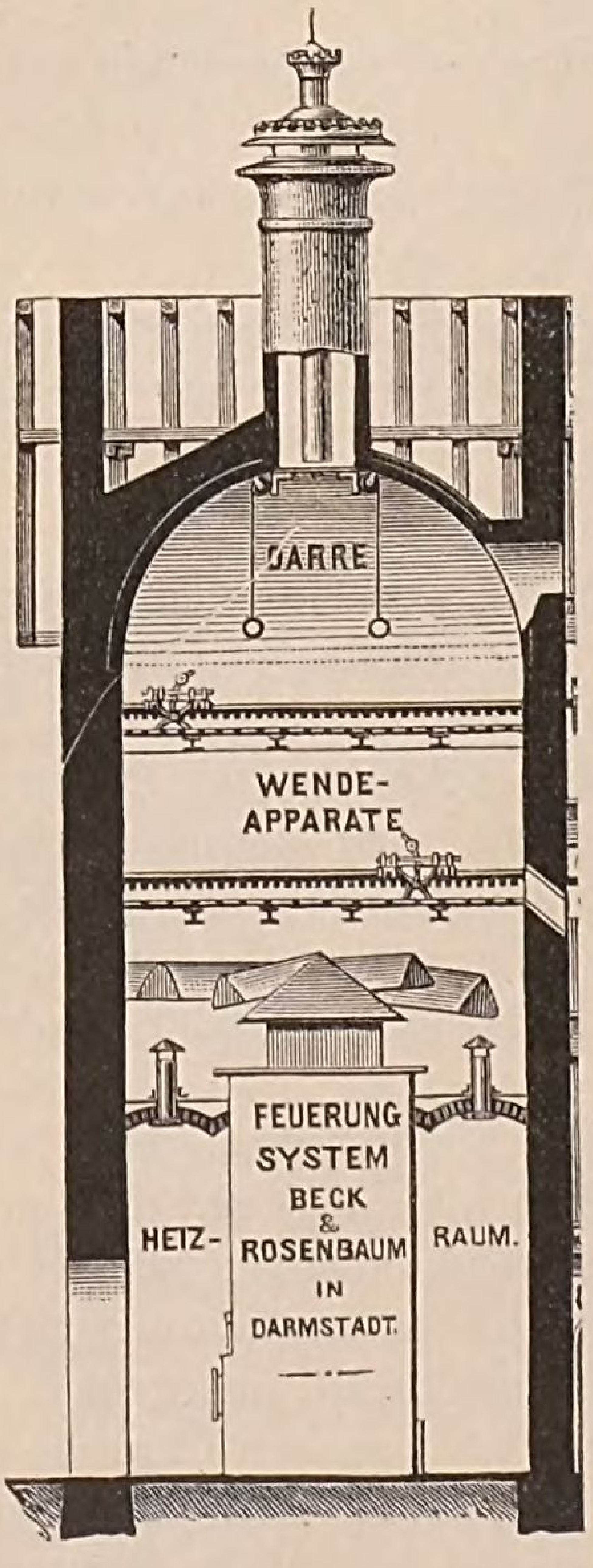


Fig. 208. Zweihordendarre mit liegenden und stehenden Heizröhren.

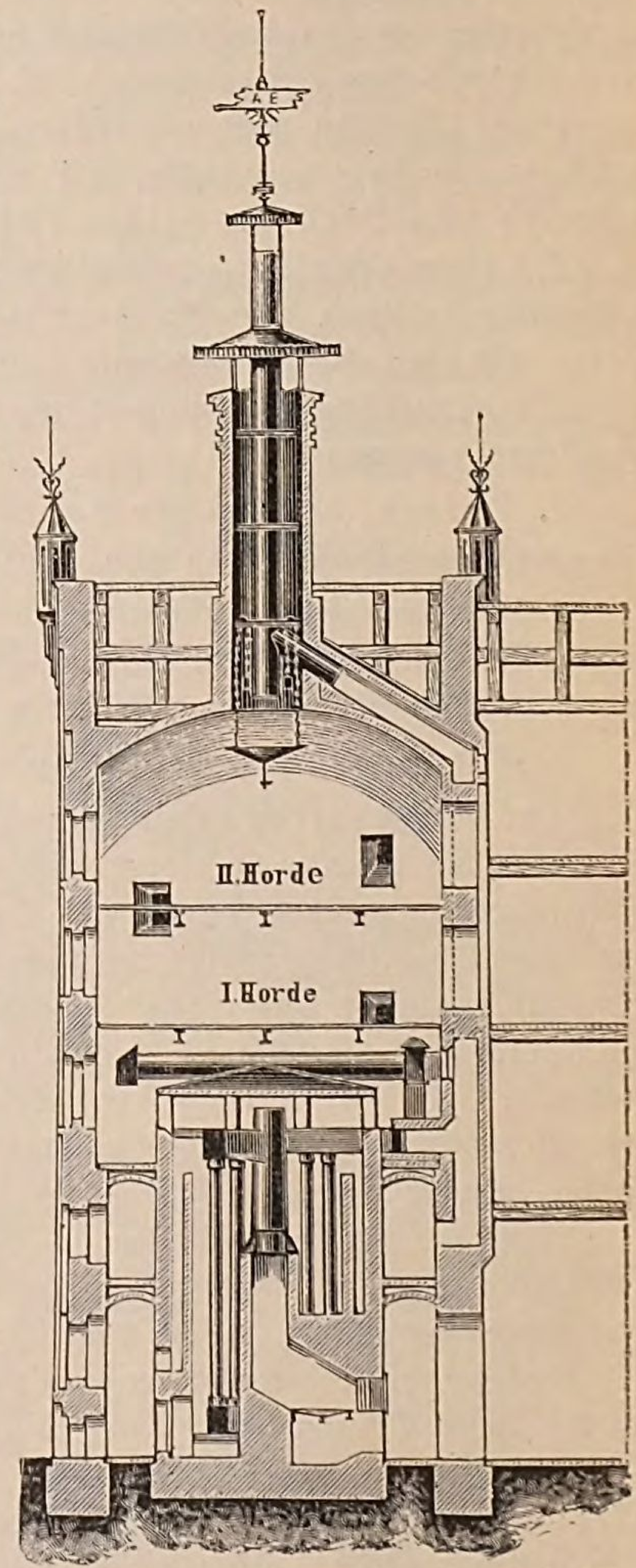


Fig. 209. Dreihordendarre mit stehenden Heizröhren.

vertikalen Rohrsystem angeordnet sind oder aber je nachdem beide Systeme gleichzeitig zur Anwendung kommen, unterscheidet man Darren mit liegendem, mit stehendem und mit kombiniertem Heizapparat.

Die Lufterwärmungskammer (Sau genannt) ist dazu bestimmt, die warme Luft gleichmäßig unter der Darrhorde zu verteilen. Bei den Darren mit

liegendem und kombiniertem Heizapparat befinden sich in derselben die horizontal angeordneten Heizröhren. Bei den Darren mit stehenden Heizröhren mündet in diesen Raum der obere Teil des zylindrischen Heizapparates. Hier sammeln sich auch die Malzkeime, welche beim Wenden des Malzes abgestoßen werden und durch die Oeffnung der Darrhorden hindurchfallen. Damit dieselben nicht auf den Heizröhren liegen bleiben und verkohlen, besitzt der dem Darrraum zugewendete Teil der liegenden Kanäle einen dachförmigen Querschnitt, und ist der einmündende Teil des stehenden Heizsystems mit einem Schirm bedeckt. In der Sau sind ferner die sogenannten kalten Züge angebracht, durch welche je nach Bedarf kalte Luft zugeführt und so durch Vermischung mit der warmen Luft eine entsprechende Temperaturregulierung erzielt werden kann.

Der Darrraum wird gebildet durch die Darrhorden und die Umfassungsmauern. Es giebt Darren mit einer Horde, mit zwei und drei Horden. Als die zweckentsprechendsten sind die Darren mit zwei Horden, die Doppeldarren, weitaus die verbreitetsten.

Die Darrhorden, auf welchen das Malz ausgebreitet wird, werden aus gelochtem, seltener geschlitztem Eisenblech oder Draht hergestellt.

Zur Entfernung der feuchten Luft führt vom höchsten Punkt des Gewölbes mit welchem die Darre bedeckt ist, ein Dunstabzug ins Freie. Zur Erhöhung des Zuges läßt man zweckmäßig den Kamin durch den Dunstschlauch gehen.

Im allgemeinen will man die Erfahrung gemacht haben, daß die Darren mit liegenden, oder mit liegenden und stehenden Heizröhren mehr zur Erzeugung von vollmundigen Bieren nach bayerischer Art, die Darren mit stehenden Heizröhren mehr für die Erzeugung lichter Biere geeignet sind.

Das Bestreben, eine Darre zu schaffen, welche zur Erzeugung jeder Malzsorte geeignet ist und gleichzeitig gewisse Uebelstände der Zweihordendarre vermeiden sollte, führte in neuerer Zeit zu zahlreichen Konstruktionen, welche im allgemeinen dadurch charakterisiert sind, daß das Vortrocknen (Schwelken) und Rösten des Malzes unabhängig von einander durchgeführt werden kann, während bei der gewöhnlichen Zweihordendarre die Temperatur auf der oberen Horde stets abhängig ist von der auf der unteren Horde, wodurch unter Umständen (bei kurzer Darrdauer) wohl der Fall eintreten kann, daß die Erwärmung des Malzes auf der oberen Horde zu rasch gesteigert wird. Bei den neueren Konstruktionen vermeidet man nun hieraus etwa entspringende Uebelstände (Glasmalzbildung) entweder durch Anbringung einer Vordarre mit gesonderter Heizvorrichtung (Wintersche Darre, Planersche Darre), oder durch eine vollständige Trennung der beiden Horden, sei es, daß man dieselben über einander (Engelhardt) oder neben einander (Ulrich, Meyer) legt, und jede mit einer besonderen Heizvorrichtung versieht.

Kontinuierliche Darren (mechanische Darren). Das Bestreben, die Darre zu einem kontinuierlich arbeitenden Apparate zu gestalten und dadurch eine wesentliche Ersparung an Brennmaterial und Vereinfachung des Betriebes zu erzielen, hat gleichfalls eine große Anzahl von Konstruktionen hervorgerufen. Keinem der hierher gehörigen Systeme ist es jedoch bis jetzt gelungen, sich in der Praxis einzubürgern; zwar sind in Bezug auf das eine und andere System Mitteilungen über

befriedigende Leistungen in die Oeffentlichkeit gedrungen. Im allgemeinen jedoch scheint die Kompliziertheit der Konstruktionen und die Schwierigkeit, die Darrtemperaturen entsprechend zu regeln, einer weiteren Verbreitung hinderlich gewesen zu sein.

In neuester Zeit hat nun Dr. Albert Schnell wieder die Aufmerksamkeit auf das kontinuierliche Darren gelenkt und zwar empfiehlt er die Vertilaldarre von Krudewig, welche sich bei mehrjährigem Betriebe durch ihre große Einfachheit als vollkommen zweckentsprechend erwies. Die Krudewigsche Darre (schon seit 1877 bekannt) unterscheidet sich von den übrigen Darrkonstruktionen wesentlich dadurch, daß das Malz nicht auf horizontalen Horden ruht, sondern sich in einer vertikalen Säule befindet, die es ganz erfüllt. Die Säule wird gebildet durch je zwei senkrechte, parallele, glatte Wände, welche 15 cm von einander entfernt sind. Unten wird sie durch eine drehbare Trommel abgeschlossen, welche einen Schlitz gleich der Breite der Säule hat. Steht der Schlitz nach oben, so gleitet das Malz in die Trommel, aus welcher es durch Drehung derselben um 180° entleert wird. Beim einfachsten Apparate sind zwei Säulen vorhanden, bei größeren vier bis sechs. Durch zweckentsprechende Abschlußbleche wird die heiße Luft gezwungen, ihren Weg quer durch das Malz zu nehmen, und zwar wird die Richtung des Luftstromes dreimal gewendet, ehe er das Malz verlassen und im Dunstkamin entweichen kann.

Die Behandlung des Malzes auf der Darre. Einen wesentlichen Einfluß auf den Verlauf des Darrens übt natürlich die Konstruktion und Leistungsfähigkeit der Darre aus.

Ganz allgemein sind folgende vier Momente beim Darren ins Auge zu fassen und zweckentsprechend zu variieren:

1. Die Höhe der Schicht, in welcher das Malz auf der Darre aufzutragen ist. Dieselbe ist abhängig von dem Feuchtigkeitsgrad und dem Reifezustand des Malzes und von den Zugverhältnissen der Darre; endlich bis zu einem gewissen Grade davon, welchen Charakter das zu erzielende Darrmalz haben soll.

Schwelkmalz kann höher aufgetragen werden als Grünmalz, ebenso, wenn auch nicht in gleichem Maß, Malz mit langen Wurzelkeimen höher als solches mit kurzen. Eine gut ziehende Darre kann natürlich stärker beladen werden als eine solche mit weniger gutem Zug. Soll dunkles Malz erzeugt werden, welches zur Entwicklung eines kräftigen Aromas eine längere Darrdauer erfordert, wird gleichfalls meist höher aufgetragen, als für die Bereitung lichten Malzes.

Die Höhe der Grün(Schwelk)malzschicht beträgt so 10—15—20 cm und darüber.

2. Die Temperatursteigerung.

Dieselbe hat langsam zu erfolgen in der Weise, daß die Hauptmenge des Wassers bis zur Erreichung einer Temperatur von 35° R das Malz verlassen hat. Da die Feuchtigkeit aus dem Innern des Korns nur auf dem Wege der Diffusion zu entweichen vermag, so erfordert das Trocknen bei niedriger Temperatur eine gewisse Zeit, welche sich nicht beliebig abkürzen läßt. Wird die Temperatur zu rasch gesteigert, so wird vor allem diastatisches Ferment zerstört, bei erheblicher Temperatur-

steigerung und großem Feuchtigkeitsgrade des Malzes erfolgt die Bildung von Glasmalz. Dieselbe beruht nicht etwa auf einer einfachen Verkleisterung des Stärkemehls, sondern darauf, daß bei entsprechendem Wassergehalte die Diastase umwandelnd auf das Stärkemehl einwirkte. Bei fortgesetztem Darren erhält das Innere des Korns eine glasige Beschaffenheit. Von dem Glasmalz ist sehr wohl das Steinmalz zu unterscheiden, welches, wie das Glasmalz, der Zerkleinerung einen bedeutenden Widerstand entgegensetzt, jedoch ohne eine glasige Beschaffenheit des Mehlkörpers zu zeigen. Dieses kann beim bestgeleiteten Darren vorkommen, da es aus Körnern besteht, welche auf der Tenne nicht keimten, also auch keine „Auflösung" des Mehlkörpers erreichten.

3. Die Darrdauer. Dieselbe schwankt zwischen 16 und 48 Stunden. Auf einer gutziehenden Darre und für die Bereitung von lichtem Malze ist eine Darrdauer von 16 Stunden ausreichend, für mittelfarbige Biere wählt man meist 24 Stunden, während bei der Herstellung von Malz für bayerische Biere mit kräftig entwickeltem Aroma eine Darrdauer von 48 Stunden bevorzugt wird.

4. Die Abdarrtemperatur. Neben der Darrdauer ist namentlich die Abdarrtemperatur ausschlaggebend für den Charakter des zu erzielenden Malzes. Dieselbe beträgt

	in der Luft gemessen,	im Malze gemessen
für bayerisches Malz . . .	65—80° R	75—90° R
„ Wiener „ . . .	60—70° R	70—80° R
„ böhmisches „ . . .	45—60° R	53—70° R.

Die Abdarrtemperatur wird meist zwei bis drei Stunden eingehalten, oder auch in gleichmäßiger Steigerung der Temperatur erst am Schlusse erreicht.

Während des Darrens wird das Malz gewöhnlich stündlich, beim Abdarren jede halbe Stunde gewendet. Dasselbe geschieht entweder durch Handarbeit mittels einer Malzschaufel oder besser durch mechanische Wendeapparate. Einen sehr einfachen derartigen Apparat, auch für kleine Mälzereien geeignet und für den Handbetrieb eingerichtet, von Beck und Rosenbaum in Darmstadt, zeigt Fig. 210.

Die Art und Weise der Temperatursteigerung wird dem Darrheizer durch eine Darrordnung mit stündlichen Temperaturangaben vorgeschrieben.

Zur Kontrole der Temperaturen auf der Darre bedient man sich in neuerer Zeit vielfach registrierender Thermometer. Als ein derartiges Instrument, welches bei mehrjährigem Gebrauche in der Praxis sich vorzüglich bewährt hat, ist das registrierende Thermometer von M. Sendtner in München zu erwähnen.

Von besonderem Interesse bei der Darrmalzbereitung ist die Entwicklung des Röstaromas, welches, wie bereits erwähnt, besonders an bayrischem Malze beliebt ist. Es mag daher hier noch einmal kurz darauf hingewiesen werden, wie dasselbe nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen zu Stande kommt. An der Entstehung des Malzaromas sind zweifellos fermentative Prozesse beteiligt, welche einerseits zur Bildung von Invertzucker, anderseits zur Bildung von Isomaltose führen. Diese Vorgänge können sich nur abspielen, wenn bei entsprechender Temperatur eine hinlängliche Menge von Wasser im Malze vorhanden ist. Es ist daher erklärlich, daß in einem Malze, welchem bei niebriger Temperatur (unter 30° R) fast alles Wasser entzogen ist, ein kräftiges Malzaroma

nicht mehr zu Stande kommt. Levulose ist nun bereits im Grünmalze, ja selbst in geweichter Gerste vorhanden (normale Gerste enthält dagegen nur Rohrzucker). Es findet aber auf der Darre stets noch eine beträchtliche Vermehrung durch Invertierung des Rohrzuckers statt, und zwar jedenfalls in um so höherem Grade, je länger das Malz einer Temperatur von 30—40°R ausgesetzt ist, je langsamer also gedarrt wird. Isomaltose dagegen dürfte lediglich vorübergehend entstehen bei

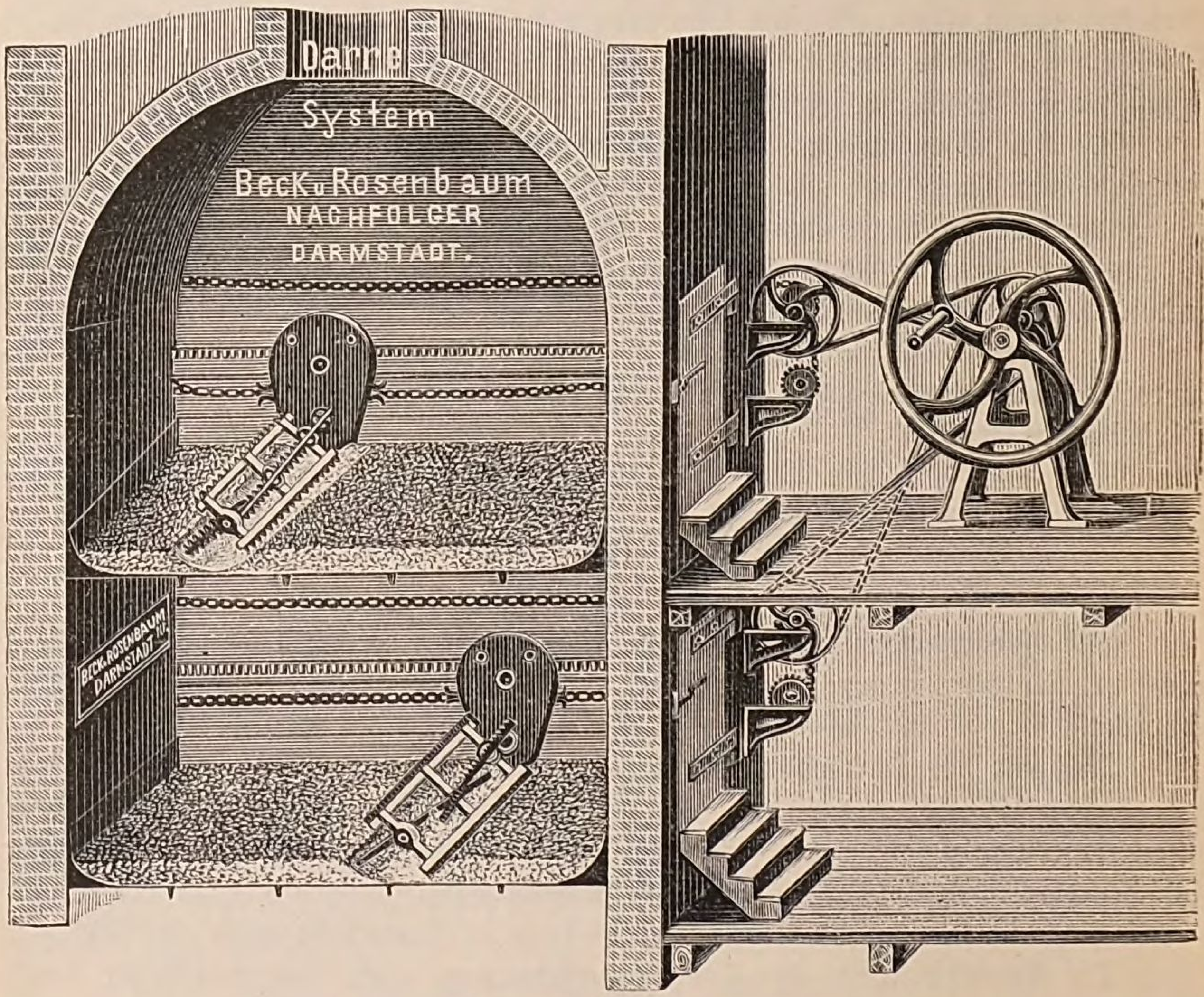


Fig. 210. Malzwendeapparat für Darren.

Temperaturen, bei denen sie alsbald wieder zersetzt wird. Im Darrmalze ist weder Maltose noch Isomaltose noch Dextrin nachzuweisen. Es ist daher auch nicht anzunehmen, daß beim Darren eine Einwirkung der Diastase auf die Stärke des Mehlkörpers stattfindet, dagegen ist es nicht unwahrscheinlich, daß eine isomaltosebildende Einwirkung der diastatischen Fermente auf die leicht angreifbare transitorische Stärke (S. S. 265) des Keimlings ausgeübt wird. Es ist dies um so eher möglich, als der Wassergehalt des Malzes nicht gleichmäßig im ganzen Korne verteilt ist, sondern in den Partien des Keimlings überwiegt, so daß also bei einem relativ geringen Wassergehalt des Kornes, letzterer im Keimling noch hoch genug sein kann zur Auslösung fermentativer Vorgänge. Wenn man bedenkt, welch ungemein kleine Mengen aromatischer Stoffe schon einen nachhaltigen Eindruck auf Geruch und Geschmack ausüben können, und wenn man zugiebt, daß die Be-

bingungen für Entstehung und Karamelisierung der Isomaltose sehr wohl zusammenfallen können, so erscheint es nicht auffallend, daß Isomaltose im Darrmalze nicht nachzuweisen ist. Als Ort für die Bildung des Malzaromas ist jedenfalls hauptsächlich die Partie des Keimlings anzusehen; dasselbe wird sich dann allerdings mehr oder weniger dem ganzen Korne mitteilen.

Abgesehen von einer entsprechenden Berücksichtigung der Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse beim Darren wird mit einem Grünmalze um so eher ein aromatisches Malz zu erzielen sein, je mehr Invertzucker bezw. Rohrzucker, transitorische Stärke und Enzyme das Malz enthält. Diese Bedingungen wird stets am besten ein kräftig entwickeltes Grünmalz mit langem Blatt- und Wurzelkeime — langes Gewächs wie der Praktiker sich ausdrückt — erfüllen, kurz ein Malz, wie es bei der in Bayern üblichen Praxis der Malzbereitung erzeugt wird.

Kennzeichen eines guten Darrmalzes:

1. Das Korn soll vollbauchig sein und im Wasser schwimmen.
2. Die Farbe des Malzes soll von der der Gerste nicht wesentlich abweichen.
3. Der Mehlkörper sei leicht zerreiblich — mürbe — und von schön weißer Farbe.
4. Das Korn soll süß schmecken und den eigentümlichen angenehmen Darrmalzgeruch besitzen. Letzterer muß namentlich bei bayrischen Malzen kräftig hervortreten, während er bei böhmischem Malz in weit geringerem Grade bemerkbar ist.
5. Das Volumgewicht eines guten Darrmalzes beträgt 52—54 kg pro Hektoliter.

Ueber die Extraktausbeute aus dem Darrmalz und das Fermentativvermögen giebt die chemische Analyse Aufschluß.

Die Reinigung und Aufbewahrung des Malzes. Ehe das Malz aufbewahrt oder weiter verarbeitet wird, müssen die noch anhaftenden Wurzelkeime entfernt und sonstige Verunreinigungen thunlichst beseitigt werden. Die Wurzelkeime enthalten einen nicht näher bekannten Bitterstoff, welcher, falls das Malz mit den Keimen vermaischt wird, dem Biere einen unangenehmen, rauhen Geschmack erteilt. Da die Keime in trockenem Zustande spröde und leicht abreibbar sind, beim Aufbewahren des Malzes jedoch rasch Feuchtigkeit anziehen und dann schwieriger zu entfernen sind, so hat das Entkeimen und Putzen des Malzes alsbald nach dem Darren zu geschehen. Meist wird das Malz dann noch ein zweites Mal geputzt, ehe es auf die Schrotmühle gebracht wird.

Das Entkeimen und Putzen des Malzes wird gegenwärtig allgemein mit besonderen Maschinen vorgenommen.

Es ist nicht zweckmäßig, das fertige Darrmalz sofort weiter zu verarbeiten. Man läßt es vielmehr mindestens 6—8 Wochen lagern. Die Aufbewahrung geschieht auf trockenen Böden bei mäßigem Luftzutritt, am besten in sogenannten Silos.

Allgemeine Angaben. 100 kg lufttrockener, zum Einweichen kommender Gerste geben nach Thausing:

	von	bis	Mittel
Schwemmlinge und Weichverlust . . .	0,8	2	1,2 kg
Quellreife Gerste	140	156	150 „
Grünmalz	132	144	140 „
Darrmalz, geputzt, frisch	76	80	78 „
„ „ abgelagert	78	82	80 „
Malzkeime	2,5	4,0	3,0 „

1 qm Darrfläche einer Einhordendarre liefert täglich etwa 20—30 kg Malz.

1 qm Darrfläche einer Zweihordendarre 40—50 kg Malz.

100 Gewichtsteile Gersten geben durchschnittlich:

124—130 Gewichtsteile Grünmalz,
90 „ Luftmalz,
78 „ frisches, entkeimtes Darrmalz,
82—84 „ gelagertes Darrmalz.

1 hl Gerste giebt ungefähr 1 hl Darrmalz.

1 hl Darrmalz wiegt 48—54 kg.

Die Malzkeime sind ein wertvolles Futtermittel für Jung- und Milchvieh. Ihre durchschnittliche Zusammensetzung ist nach Dietrich und König folgende:

Wasser 10,09 pCt., stickstoffhaltige Substanz 24,18 pCt., Fett 2,10 pCt., stickstofffreie Extraktstoffe 42,11 pCt., Holzfaser 14,33 pCt., Asche 7,19 pCt.

Die Bereitung von Farbmalz. Beim Darren des Malzes entstehen zwar stets Röstprodukte, welche der Bierwürze nachher eine gelbe bis braune Farbe verleihen, allein die hierdurch erreichbare Farbentiefe genügt in vielen Gegenden, so namentlich in Bayern, nicht den Ansprüchen der Konsumenten an die Farbe des Bieres. Man ist daher genötigt, dort die gewünschte schöne braune Färbung des Bieres durch andere Mittel herzustellen. In Bayern ist zu dem Behufe nur die Verwendung von Farbmalz gesetzlich gestattet und in der That erscheint dasselbe auch als das geeignetste Material. An anderen Orten verwendet man auch die aus Stärkezucker bereitete sogenannte „Couleur“, welche jedoch den Geschmack des Bieres meist ungünstig beeinflußt.

Bei der Erzeugung von Farbmalz handelt es sich darum, durch die Einwirkung höherer Temperatur das Stärkemehl und die übrigen Kohlenhydrate des Mehlkörpers in jene braunen, in Wasser leicht löslichen Substanzen überzuführen, welche man als Huminkörper, Karamel, Assamar u. s. w. bezeichnet und welche chemisch bis jetzt nicht näher charakterisierbar sind. Zur Bildung derselben ist nun mindestens eine Temperatur von 170—200° C erforderlich. Man bereitet daher das Farbmalz nicht auf den Darren, welche eine derartige Erhitzung nicht zulassen, sondern in Rösttrommeln, nach Art derer, welche zum Rösten des Kaffees Verwendung finden. (Fig. 211.)

Da ein gewisser Feuchtigkeitsgrad der Bräunung des Mehlkörpers förderlich ist, so nimmt man zur Farbmalzbereitung das Malz von der Darre, wenn die Keime eben abfallen und das Korn beim Zerbeißen sich noch nicht spröde zeigt,

oder falls fertiges trockenes Darrmalz verwendet werden soll, feuchtet man dasselbe vor dem Rösten an. Letzteres nimmt man in der Weise vor, daß man aus dem Darrmalz auf der Tenne dachförmige oder pyramidale Haufen formt und in die obere Kante derselben der Länge nach eine Furche zieht, in welcher das über den Haufen ausgegossene Wasser stehen bleiben soll, worauf man den Haufen mit Wasser übergießt (1—1½ l Wasser auf 1 kg Malz). Dieses Uebergießen wird gewöhnlich dreimal vorgenommen, worauf der Haufen jedesmal sofort umgestochen werden muß. Ist der Haufen gehörig angefeuchtet, so wird derselbe flach auseinander geworfen, ungefähr 20—25 cm hoch geführt, dann einigemal nach einander umgesetzt und alle ½, oder später alle Stunden umgeschlagen. Die Zeit des Ablagerns soll 6—8 Stunden dauern.

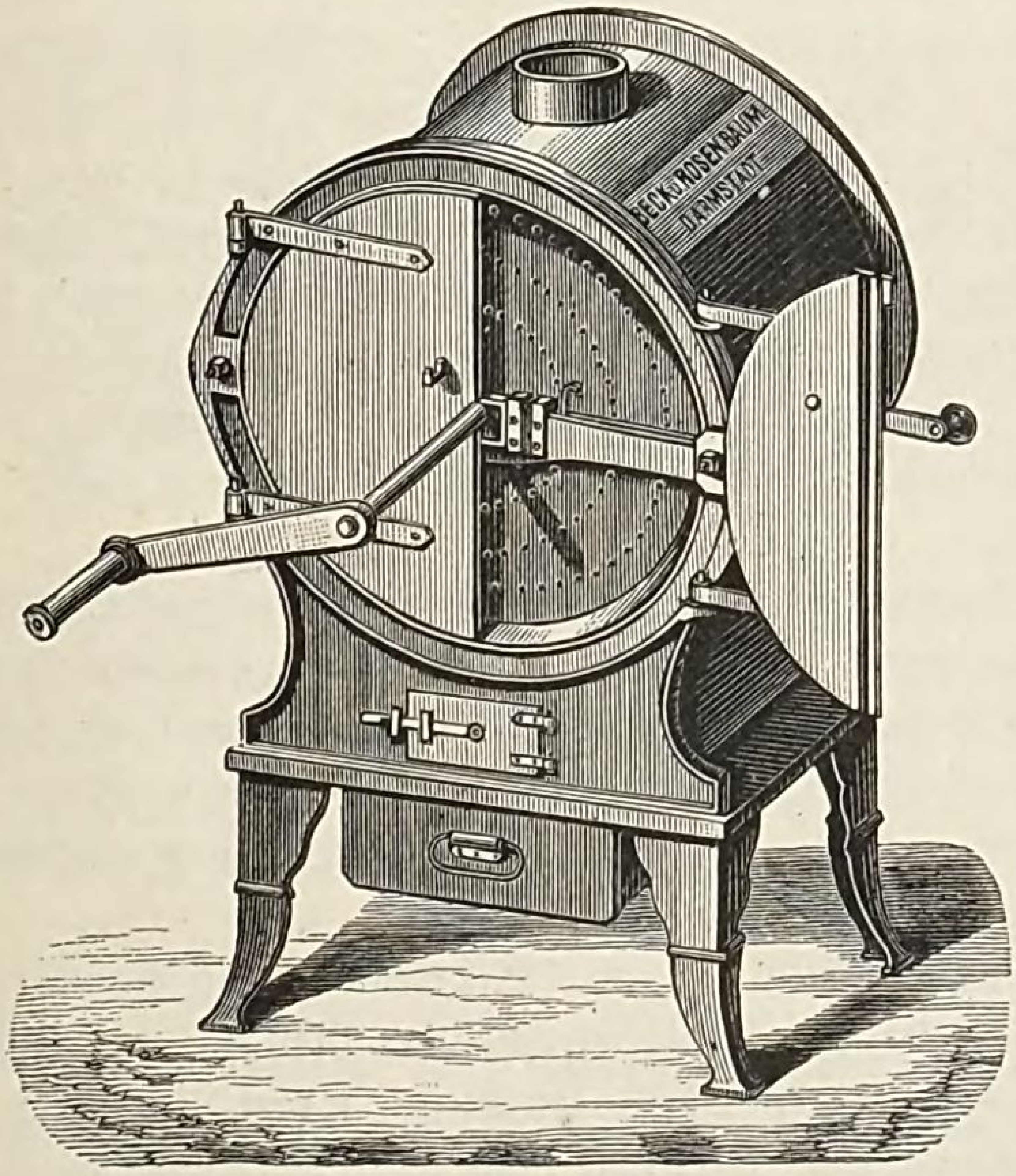


Fig. 211. Farbmalz-Rösttrommel.

Das Rösten in der Trommel hat, wenngleich die Temperaturgrenzen sehr weite sein können, mit größter Vorsicht zu geschehen, insbesondere um ein Verkohlen des Kornes zu vermeiden. Selbst durch ein geringes Ankohlen des Malzes wird nicht nur die Färbekraft herabgemindert, sondern auch das Auftreten widerlich und brenzlich schmeckender Substanzen hervorgerufen.

Da man bei der Farbmalzbereitung mit kleinen Mengen operieren kann, so kann man unschwer einige Versuche anstellen, um den richtigen Grad der Röstung zu treffen.

Farbmalz mit der höchsten Färbekraft besitzt eine dunkelbraune Hülse und einen schwarzbraunen Mehlkörper. Es ist leicht zerreiblich im Mörser und giebt mit Wasser gekocht und filtriert eine völlig klare (bei 1½ gr Farbmalz auf 1 Liter Wasser) tiefbraune, fast geschmacklose Lösung, welche stärker verdünnt mit Jod keine charakteristische Färbung mehr liefert. Von solchem Farbmalz sind nur sehr geringe

Mengen erforderlich, um Würzen von bayerischem Malze die landesübliche Farbentiefe zu geben.

Natürlich ist jenes Farbmalz als das beste zu bezeichnen, von welchem man am wenigsten zur Erreichung eines bestimmten Färbegrades braucht. Doch sind auch jene weniger stark gerösteten Farbmalze, welche bei einer hellbraunen Färbung des Mehlkörpers noch mit Jod sich färbende Röstdextrine enthalten, nicht zu verwerfen. Wenn von diesen auch eine größere Menge verwendet werden muß, so liefern sie dafür eine gewisse Extraktmenge.

Selbstverständlich enthält kein Farbmalz mehr wirksame Diastase.

In neuerer Zeit wurde in Deutschland durch ein deutsches Reichspatent (M. Haumüller, D. R.-P. Nr. 43641) ein Farbmalz bekannt, welches in England unter der Bezeichnung „cristallized malt" seit langem und auch in Deutschland schon früher vereinzelt hergestellt wurde. Solches Malz, welches gegenwärtig als Patentmalz, Krystallmalz, Karamelmalz u. dgl. in den Handel gebracht wird, zeigt eine hellgelbbraune Hülse und einen braunen glasigen Inhalt. Es schmeckt süß, nicht brenzlich und besitzt ein geringes Färbevermögen. Seine Darstellung beruht darauf, daß man in Grün- oder angefeuchtetem Darrmalz bei niedriger Temperatur eine Umwandlung der Stärke in Maltose und Dextrin einleitet und darauf den Röstprozeß bei niedrigeren Temperaturgraden vornimmt, als bei der gewöhnlichen Farbmalzbereitung. Nach Haumüllers Patent verfährt man beispielsweise folgendermaßen:

Gedarrtes Malz wird angefeuchtet, so daß es etwa nach 30 Stunden 50 pCt. Wasser aufgenommen hat. Alsdann wird das so durchtränkte Malz durch Dämpfen in einem geschlossenen Gefäß allmählich auf 60° gebracht und bei dieser Temperatur drei Stunden lang zur Verzuckerung stehen gelassen, worauf es vorsichtig auf der Darre seiner Feuchtigkeit beraubt wird, um in der sonst üblichen Art geröstet zu werden.

Da es nun nicht möglich ist, alles Stärkemehl des Mehlkörpers umzuwandeln, so enthält dieses Farbmalz nicht unbeträchtliche Mengen mit Jod sich blau färbender Stärke. Seines geringen Färbevermögens wegen ist es zur Färbung dunkler bayerischer Biere ungeeignet. Dagegen mag seine Verwendung für lichte und mittelfarbige Biere nicht unzweckmäßig sein, denen es wohl eine gewisse Vollmundigkeit zu verleihen vermag.

Das Brauen.

Ehe das Malz verarbeitet — verbraut — wird, nimmt man meist noch einmal eine Reinigung desselben zur Entfernung des anhaftenden Staubes mittels Putz- oder Poliermaschinen vor. Die Verarbeitung geschieht dann in der Weise, daß man das zerkleinerte Malz mit Wasser vermischt und darauf die Masse auf höhere Temperatur (bis zu 60° R) bringt. Den ganzen Vorgang bezeichnet man als Maischen, das Gemisch von Malzschrot und Wasser als Maische. Beim Maischen werden die löslichen Bestandteile des Malzes vom Wasser ausgezogen und die Stärke desselben in gärungsfähigen, leicht löslichen Zucker (Maltose, Isomaltose) und in Dextrin übergeführt. Die nach vollendetem Maischprozesse von den unlöslichen Bestandteilen des Malzes befreite, Zucker, Dextrin u. s. w. enthaltende Flüssigkeit heißt

Würze. Die klare Würze wird mit Hopfen gekocht und darauf nach dem Abseihen des Hopfens gekühlt. Die gehopfte und gekühlte Würze liefert darauf nach der Gärung das Bier.

Das eigentliche Brauen, welches sich in dem Sudhause abspielt, umfaßt demnach die

Gewinnung der Würze

und das

Kochen der Würze mit Hopfen.

Als vorbereitende Operation geht dem Brauen das Schroten des Malzes vorauf.

Als vorbereitende Operation für die Gärung schließt sich dem Brauen das Kühlen der Würze an.

Das Schroten des Malzes. Um eine möglichst innige Berührung der Bestandteile des Kornes mit dem Maischwasser zu ermöglichen, ist es nötig, das Malz zu zerkleinern, zu brechen oder zu schroten. Es geschah dies früher auf Mahlgängen gewöhnlicher Mühlen. Gegenwärtig wendet man besondere Zerkleinerungsapparate, „Schrotmühlen", an, welche in der Brauerei selbst Platz finden, und zwar stellt man dieselben zweckmäßig in einem Raume über dem Sudhause auf, so daß das Schrot durch eine Rohrleitung direkt in den Maischbottich gelangen kann.

Beim Schroten des Malzes ist zu beachten, daß die Hülsen nicht zu stark zerkleinert werden, da dieselben später als natürliches Filtermaterial beim Abläutern (Filtrieren) der Würze dienen müssen. Wenn die Hülsen nun zu stark zerkleinert sind, dann legen sie sich zu dicht zusammen, wodurch das Ablaufen der Würze erschwert wird. Der Mehlkörper dagegen soll zur Erzielung einer guten Extraktausbeute möglichst fein zerteilt werden. Je mürber das Malz ist, um so leichter wird dieses erreicht.

Richtig bereitetes Schrot aus gutem Malze besteht aus größeren Hülsenfragmenten und feineren Teilchen des Mehlkörpers. Beim Griffe fühlt es sich locker und wollig an.

Solches Schrot erzielt man durch Zerkleinerung des Malzes zwischen glatten Walzen und zwar wendet man zweckmäßig zwei Walzenpaare an, welche das Malz nacheinander zu durchlaufen hat.

Ist man genötigt, frisches Darrmalz zu verarbeiten, so befeuchtet man dasselbe zweckmäßig, um die Hülsen durch das Wasser geschmeidiger zu machen, so daß sie beim Schroten nicht allzusehr zerkleinert werden.

Die Gewinnung der Würze zerfällt in

das Maischen und

das Abläutern.

In der Bierbrauerei haben sich zwei Hauptverfahren des Maischens herausgebildet, nämlich das Dekoktions- oder Kochverfahren und das Infusions- oder Aufgußverfahren.

Von beiden sind verschiedene Modifikationen in Anwendung, auch werden zuweilen beide kombiniert.

Beim Dekoktionsverfahren wird die allmähliche Temperatursteigerung in der Maische bis zur Erreichung der Abmaischtemperatur (60° R) dadurch herbeigeführt, daß wiederholt ein bestimmter Anteil der Maische gekocht und dieser darauf dem nicht gekochten Rest wieder zugefügt wird.

Beim Infusionsverfahren findet ein Kochen der Maische nicht statt. Man erreicht dabei die Abmaischtemperatur, je nachdem man mit der abwärts- oder aufwärtsmaischenden Infusion arbeitet, in verschiedener Weise.

Im ersteren Falle wird das Malzschrot in heißes Wasser eingetragen, so daß nach dem Vermischen von Malz und Wasser die Maische die erwünschte Temperatur besitzt (abwärtsmaischende Infusion).

Im letzteren Falle wird das Malzschrot mit kaltem Wasser vermischt und die Maische durch die Zuführung von Dampf oder heißem Wasser auf die Maischtemperatur gebracht (aufwärtsmaischende Infusion).

Zum Maischen dient ein Maischbottich und beim Dekoktionsverfahren noch ein Maischkessel.

In kleinen Brauereien ist der Maischbottich zugleich für die Trennung der Würze von den Trebern (zum Abläutern) eingerichtet. In größeren Brauereien, in welchen der Maischbottich baldmöglichst für eine neue Einmaischung frei sein soll, hat man besondere Läuterbottiche.

Die Gewinnung der Würze, sowie das Kochen derselben mit Hopfen, findet wie bereits erwähnt, im Sudhause statt. Ehe auf diese Operationen selbst näher eingegangen wird, soll zunächst das Sudhaus und seine Einrichtungen kurz besprochen werden.

Das Sudhaus liegt zweckmäßig in der Mitte der Brauerei zwischen der Mälzerei und zwischen dem Kühlhaus und dem Gärkeller, wie das aus Fig. 212 ersichtlich. Ueber dem Sudhause ist, wie bereits erwähnt, die Schrotmühle aufgestellt, so daß das Schrot auf dem kürzesten Wege in den Maischbottich gelangt. (Fig. 213.)

Das Sudhaus soll geräumig, hell und derart angelegt sein, daß überall ohne Schwierigkeit die größte Reinlichkeit beobachtet werden kann. Den Fußboden kann man zweckmäßig aus Asphalt herstellen, jedoch ist zu beachten, daß derselbe, wo er mit heißem Wasser in Berührung kommt, erweicht und deshalb mit einem Lattenrost zu bedecken ist. Im übrigen eignet sich jedes harte und dichte Pflasterungsmaterial zur Herstellung des Bodens. Man wird daher, je nach den lokalen Verhältnissen, bald dem einen, bald dem andern den Vorzug geben.

Gewölbe und Mauern müssen wegen der feuchten Luft im Sudhause aus sehr gutem Material sein. Die Wände sollen einen glatten Verputz haben und etwa bis zu 1 m Höhe vom Fußboden aus zementiert sein. Man giebt den Wänden meist einen Kalkanstrich. Zur Entfernung des unvermeidlichen Wasserdampfes hat man durch die Anbringung ein oder mehrerer Dunstschläuche für eine gute Ventilation zu sorgen.

Für die Ausführung des Dekoktionsverfahrens, welches auf dem Kontinente am verbreitetsten ist, unterscheidet man zwischen einfachem und doppeltem Sudwerk.

Das einfache Sudwerk (Fig. 214) für kleinere Brauereien ausreichend, besteht aus dem Maischbottich, welcher zugleich als Läuterbottich dient, mit dem

Fig. 212. Brauereianlage.

Vormaischapparate, der Maischmaschine und der Anschwänzvorrichtung; ferner aus der Würzepfanne (gleichzeitig als Dickmaischkessel dienend), dem Grand dem Hopfenseiher und der Maisch- oder Würzepumpe.

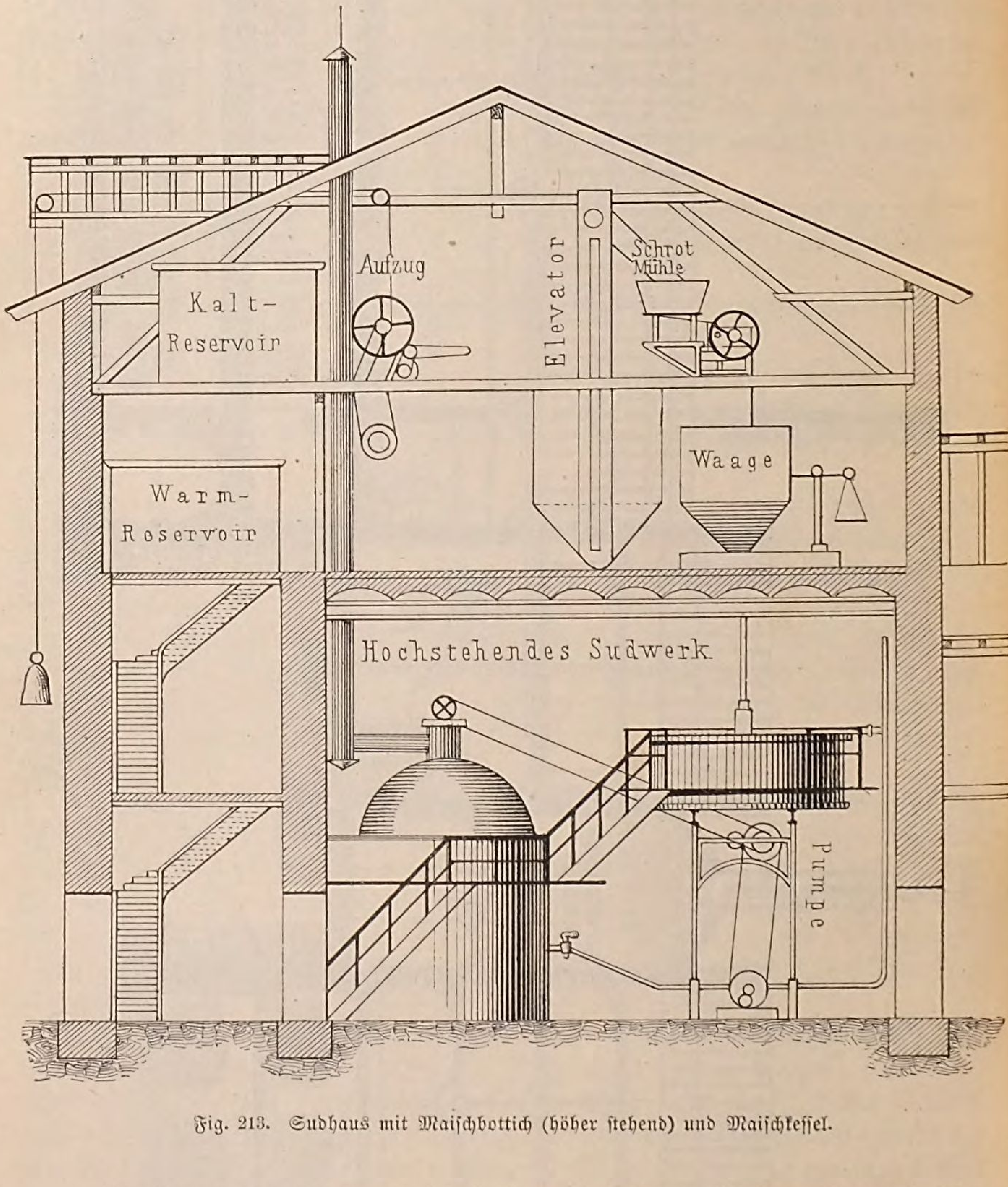


Fig. 213. Sudhaus mit Maischbottich (höher stehend) und Maischkessel.

Das doppelte Sudwerk (Dekoktions-Verfahren) besteht aus dem Maischbottich, dem Maischkessel, dem Läuterbottich mit Treberaufhackmaschine, der Würzepfanne mit den zugehörigen Pumpen.

Der Maischbottich. Derselbe wird entweder aus Eichenholz oder auch aus Gußeisen oder Eisenblech hergestellt. Die eisernen Bottiche sind den hölzernen vorzuziehen, da sie dauerhafter und leichter rein zu halten sind. Um eine zu starke

Abkühlung der Maische zu verhindern, erhalten sie eine Holzverschalung. Die Form der Maischbottiche ist meist die kreisrunde, da bei dieser das Rührwerk am besten zur Geltung kommt. Das Rührwerk, die Maischmaschine, ist ein wichtiger Bestandteil des ganzen Apparates. Es existieren denn auch zahlreiche Formen derselben von den einfachsten bis zu den kompliziertesten.

In Verbindung mit dem Maischbottich steht als eine sehr zweckmäßige Vorrichtung der Vormaischapparat, welcher dazu dient, das Malzschrot schon vor seinem Eintritt in den Bottich mit Wasser zu vermischen und dadurch einem Verstauben

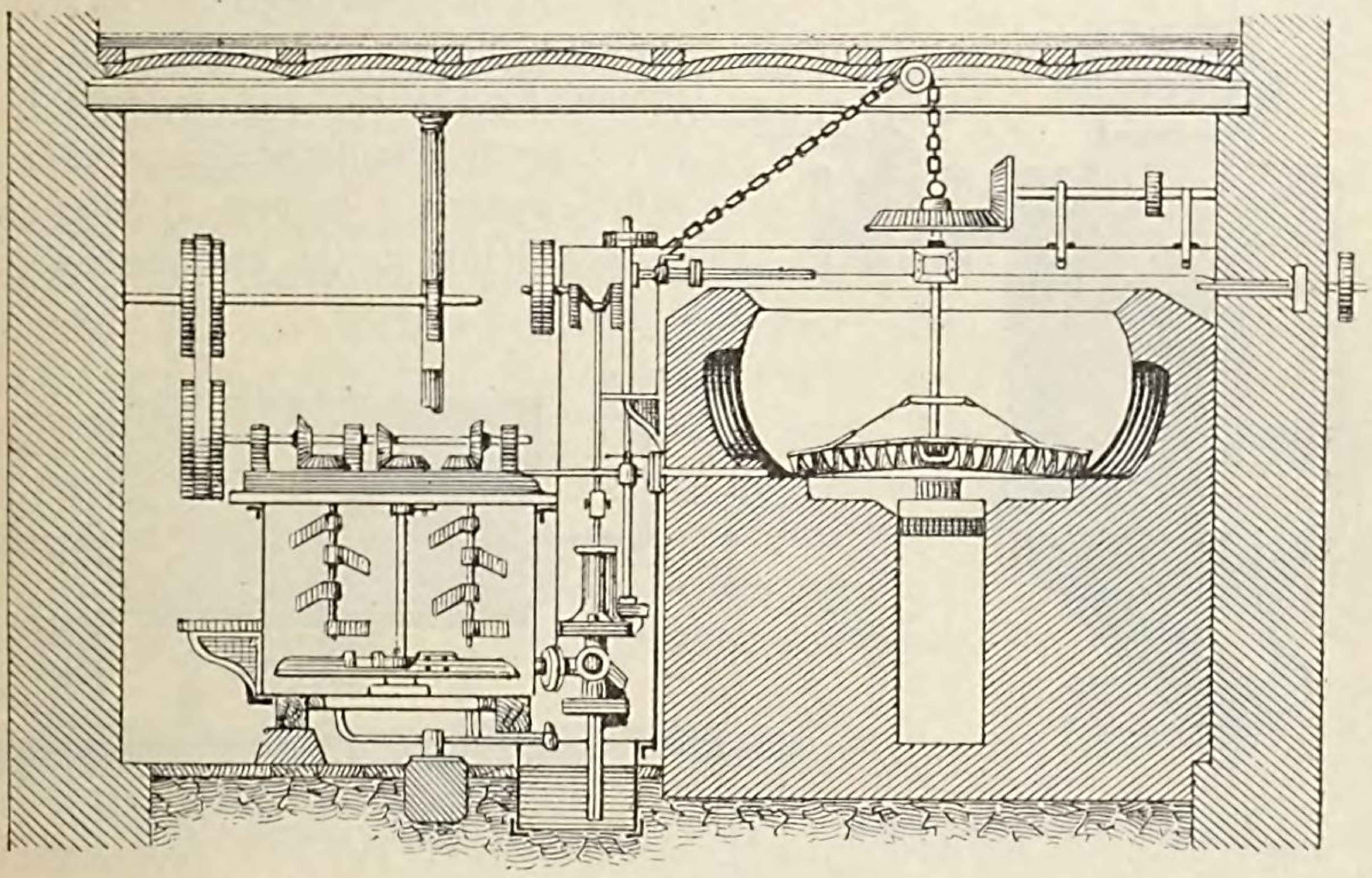


Fig. 214. Einfaches Sudwerk. Maischbottich tiefer stehend. Zwischen Maischbottich und Kessel der Grand mit der Würzpumpe.

desselben vorzubeugen. Man unterscheidet mechanische und selbstthätige Vormaischapparate. Bei ersteren erfolgt die Vermischung des Malzschrotes mit dem Wasser auf mechanischem Wege durch ein kleines Rührwerk, bei letzteren (Fig. 215) durch den Druck des aus zahlreichen Oeffnungen dem Schrot entgegenspritzenden Wassers.

Wenn der Maischbottich auch zum Abläutern verwendet wird, so finden sich als weitere Ausrüstungsstücke an demselben noch der Senkboden, die Abläuterhähne und ein Anschwänzapparat. Steht der Maisch- (Läuterbottich) höher als die Pfanne, so befindet sich in Verbindung mit dem Bottiche ein kupferner Trog, in welchen die Würze beim Abläutern abläuft. Steht er dagegen tiefer, so läuft die Würze in einen im Boden vertieft angebrachten kupfernen Grand, aus welchem sie in die Pfanne gepumpt werden muß. Bei der ersteren Aufstellung erspart man daher nicht nur durch den Wegfall des Grandes an Platz, sondern man vermeidet auch eine zu starke Abkühlung der Würze.

Der Läuterbottich (Fig. 216) wird, wie der Maischbottich, kreisrund, zweckmäßig aus Eisen hergestellt und mit einer Holzverschalung versehen, um eine

zu starke Abkühlung der Würze zu vermeiden. Der Läuterbottich besitzt meist einen größeren Durchmesser als der zugehörige Maischbottich, um bei niedrigerer Treberschicht eine größere Läuterfläche und damit ein rascheres Abläutern zu erzielen.

Nach Thausing wählt man das Verhältnis der Tiefe zur Bodenfläche wie 1:4 bis 4,5.

Der Senkboden (Läuterboden, Seihboden) besteht aus einer größeren Anzahl (8—12 und mehr) kupferner oder eiserner Platten, welche mit feinen (1 mm weiten) Löchern oder Schlitzen versehen sind. Die Platten, welche ohne Fugen dicht nebeneinander gelegt werden, sind mit $1^1/_2$—$2^1/_2$ cm hohen Füßchen versehen. Mit diesen ruhen sie auf dem Bottichboden, wodurch zwischen diesem und den Seihplatten ein Raum frei bleibt, aus welchem die von den Trebern ablaufende Würze nach außen abfließen kann. Zu dem Behufe münden in den Raum unter den Seihboden eine Anzahl kupferner Röhren (die Läuterbatterie), durch welche die Würze in einen Grand oder in eine offene Sammelrinne oder auch in ein geschlossenes Sammelrohr abgeführt wird.

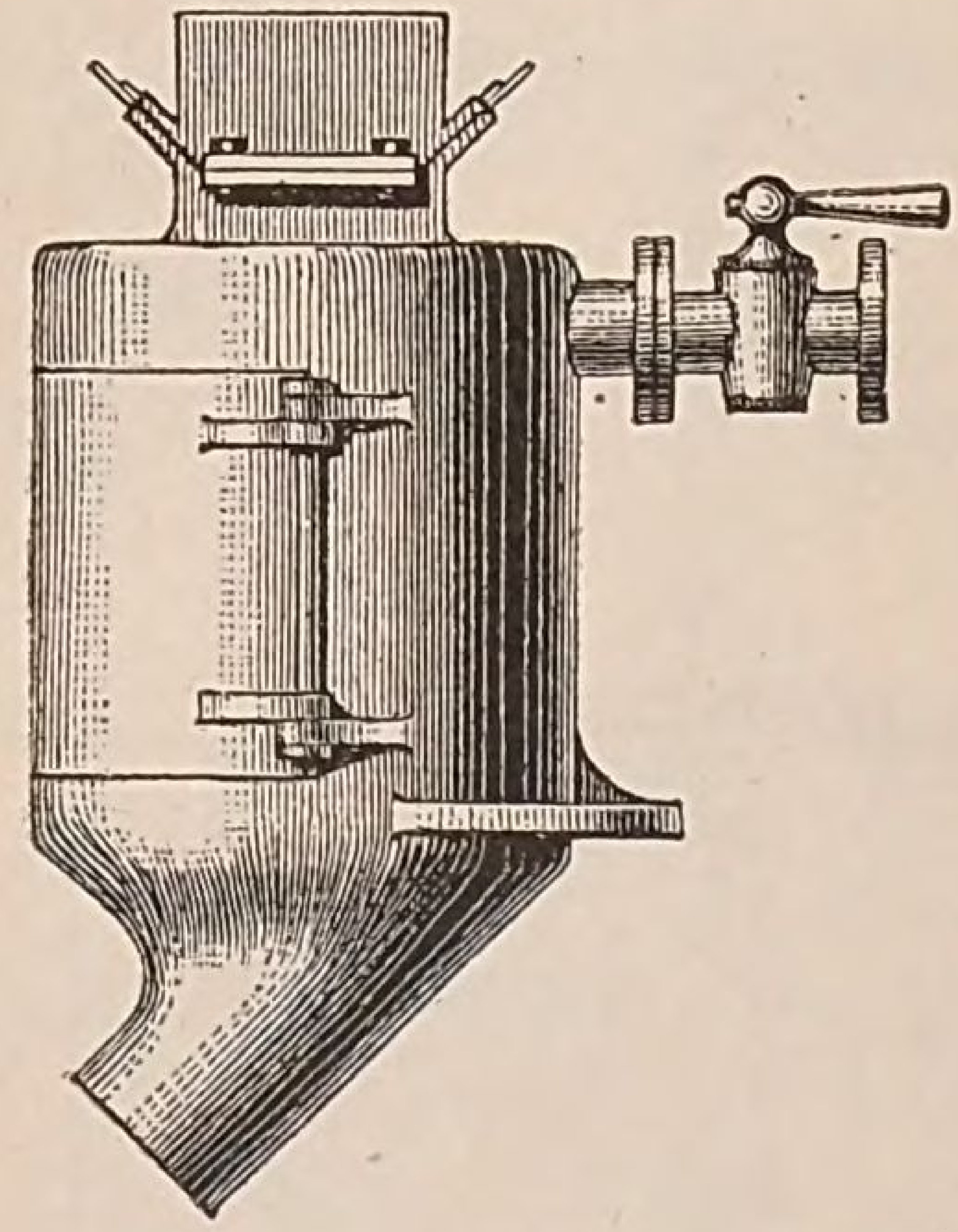


Fig. 215. Vormaischapparat.

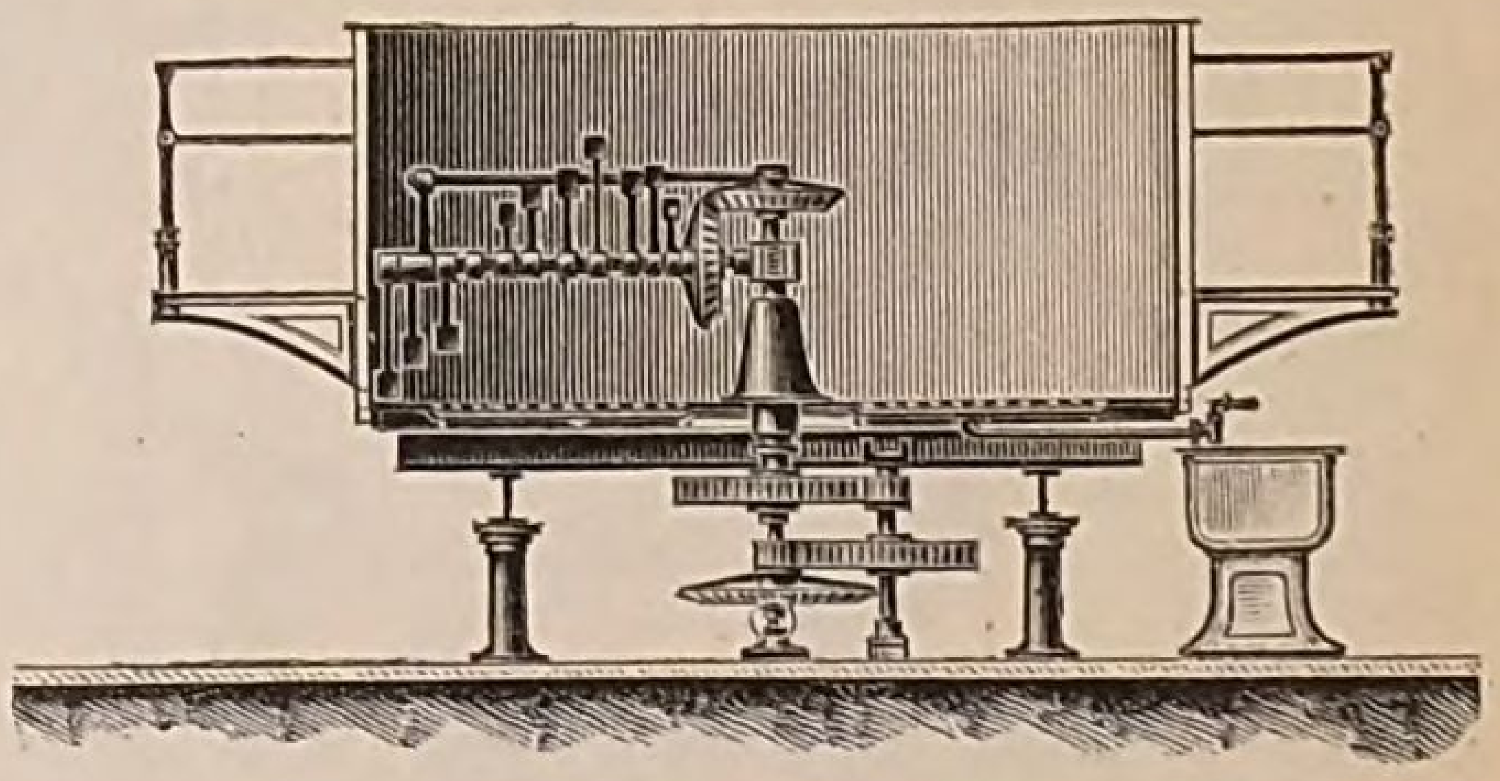


Fig. 216. Läuterbottich.

Zum Aufbringen des Nachgußwassers auf die Treber (Anschwänzen) verwendet man in kleineren Brauereien einfache Gießkannen. An den Läuterbottichen für größere Betriebe sind besondere Anschwänzvorrichtungen angebracht. Am häufigsten bestehen dieselben aus einem horizontalen, um eine vertikale Achse drehbaren Rohre, welches nach dem Prinzip des Segner'schen Wasserrades durch das auf den entgegengesetzten Seiten der beiden Hälften aus feinen Oeffnungen ausströmende Wasser in Bewegung gesetzt wird.

Zum Auflockern der Treber sind die größeren Läuterbottiche mit einer Aufhackmaschine versehen.

Zur Beschleunigung des Abläuterns hat man verschiedene Hilfsapparate angewendet. Am besten haben sich die sehr einfachen Apparate (Fig. 217) von A. Steinecker-Freysing bewährt. Dieselben bestehen aus einem halbkreisförmigen Eisenblech, welches auf vier Füßen ruhend, durch einen Siebboden abgeschlossen, mit einem Rohransatze versehen ist. Die Apparate werden in den Läuterbottich gesetzt und von dem Rohransatze Stück für Stück weggenommen, in dem Maße, als der Flüssigkeitsspiegel sich senkt.

Der Maischkessel. (Fig. 213 u. 214). Derselbe ist aus Eisen- oder Kupfer gearbeitet oder auch aus Eisen und mit einem kupfernen Boden versehen. Letzterer ist zur Vergrößerung der Heizfläche und zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit stark eingewölbt. Die Form des Maischkessels ist fast ausschließlich rund. Der Dauerhaftigkeit und der besseren Wärmeleitungsfähigkeit wegen verdient das Kupfer den Vorzug vor dem Eisen. Sowohl der Kessel, wie die Pfanne werden mit einem gewölbten Deckel versehen, welcher zur Abführung der Dämpfe aus dem Sudhause mit einem Dunstschlauch in Verbindung steht. Zur Beobachtung der Maische bezw. Würze beim Kochen sowie zum Einsteigen für die Zwecke der Reinigung des Kessels ist im Deckel eine Oeffnung angebracht, welche durch ein auf Rollen laufendes Thürchen verschlossen werden kann. Um ein Anbrennen der Maische zu verhindern, ist ein einfaches Rührwerk vorhanden, bestehend aus einer durch die Dunsthaube hindurchgehenden vertikalen Welle, an welcher zwei horizontale Arme mit dicht nebeneinander sitzenden beweglichen gußeisernen Hämmern befestigt sind. Bei einer andern Form des Rührwerks sind an den beiden Armen eiserne oder kupferne Ketten angehängt, welche auf dem Boden des Kessels schleifen. In der vorderen Seitenwand befindet sich noch ein Auslaufrohr, welches sowohl am inneren, wie am äußeren Ende durch ein Schub- oder Schraubenventil verschließbar ist und durch eine entsprechende Ummauerung vor dem Feuer geschützt ist.

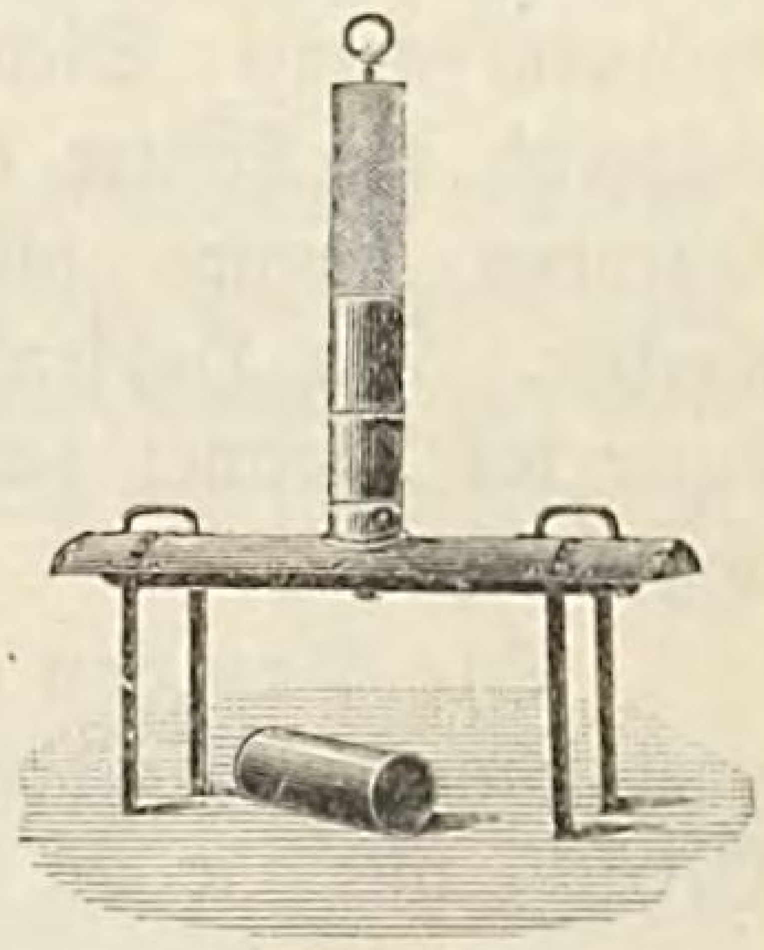


Fig. 217. Steineckers Hilfsapparat zum Abläutern.

Endlich sind auf der Innenseite des Kessels Zuleitungen für kaltes und heißes Wasser vorhanden.

Das Erhitzen der Maische im Kessel geschieht zur Zeit vorwiegend durch direktes Feuer. Bei Anlage der Braukesselfeuerung hat man nicht nur auf thunlichste Ersparnis an Brennmaterial, sondern auch und zwar vornehmlich auf die möglichste Schonung des Kessels zu achten. Diesem Zwecke hat die Art der Ummauerung des Kessels, die Anlage des Rostes und der Feuerzüge Rechnung zu tragen. Durch eine genügend starke Ummauerung beschränkt man die Wärmeverluste durch Ausstrahlung. Da beim Maischen der Kessel wiederholt bis auf einen kleinen Rest seines Inhaltes entleert wird, so hat man dafür zu sorgen, daß derselbe nur so weit als er mit Maische oder Wasser gefüllt bleibt, von den Feuergasen getroffen wird, weshalb man die Feuerzüge entweder nur unter dem Boden hinführt und die Seiten ganz ummauert oder letztere nur bis zu einer geringen Höhe von den Feuergasen umspülen läßt. Während man die Rostfläche möglichst klein nimmt, darf die Entfernung des Rostes vom Boden des Kessels nicht zu knapp bemessen werden. Nach Thausing rechnet man bei Benutzung von Steinkohle die geringste Entfernung zu 0,8 m; denn die Erhitzung des Kesselbodens soll nicht durch die Flamme des Brennstoffs, sondern lediglich durch die strahlende Wärme bewirkt werden. Aus diesem Grunde hat man auch den Rost vor den Pfannenboden gelegt und eine vollständige Vorfeuerung eingerichtet.

Als vortreffliche Feuerungsanlage hat sich die Topf'sche Regulier-Pfannen-Feuerung (T. A. Topf u. Söhne, Erfurt) bewährt.

Die Feuerung des Maischkessels wie die der Würzepfanne mündet in einen außerhalb des Sudhauses befindlichen Heizgang.

Die Würzepfanne. Als bestes Material für die Herstellung der Würzepfanne erscheint wieder das Kupfer; aber auch eiserne Pfannen mit und ohne kupfernen Boden haben sich vortrefflich bewährt und werden der geringeren Anschaffungskosten wegen vielfach den kupfernen vorgezogen. Statt in der bisher gebräuchlichen runden Form macht man die Würzepfannen gegenwärtig häufig viereckig und ziemlich flach. Der Boden wird etwas eingewölbt. Wie der Maischkessel ist auch die Pfanne mit Dunsthaube und Dunstabzug versehen, ferner für Zuleitungen von kaltem und heißem Wasser. In Bezug auf die Feuerungsanlage gilt für die Würzepfanne im allgemeinen dasselbe, was für den Maischkessel angeführt wurde.

Der Hopfenseiher wird gewöhnlich aus Eisen gefertigt in der Form eines viereckigen Kastens. In demselben sind, einen kleineren Kasten bildend, fünf leicht herausnehmbare Siebplatten angebracht, auf welchen der Hopfen zurückbleibt, während die Würze den Zwischenraum ausfüllt und von da meist einer tiefer liegenden Pumpe zuläuft, um durch dieselbe auf das Kühlschiff befördert zu werden. Der Hopfenseiher findet sich vorzugsweise im Sudhause aufgestellt, seitlich unter der Pfanne; zuweilen, jedoch weniger zweckmäßig, wird er auf der Kühle angebracht.

Die Pumpen (vgl. S. 43 u. f.). Für ein doppeltes Sudwerk sind meist zwei Pumpen erforderlich: eine Maischpumpe und eine Würzepumpe. Für kleinere Betriebe und für ein einfaches Sudwerk genügt eine Pumpe.

Die Maischpumpe hat die gekochte Maische aus dem Kessel in den Bottich zurückzubringen. Die Würzepumpe dient dort, wo der Läuterbottich über der Pfanne steht, lediglich dazu, die Würze auf das Kühlschiff zu befördern. Bei tiefer stehendem Läuterbottich hat dieselbe auch den Transport der Würze aus dem Grand in die Pfanne zu besorgen.

Ihrer Konstruktion nach sind die Pumpen entweder Kolben- oder Zentrifugalpumpen. Erstere, zum Handbetrieb geeignet, finden meist in kleinen Brauereien Anwendung, letztere, bei entsprechender Leistungsfähigkeit einen größeren Kraftaufwand erfordernd, werden mit Dampfkraft oder auch mit Pferdegöpel betrieben.

In Bezug auf die Größe der einzelnen Sudhausgefäße gelten nach Thausing folgende Angaben:

Für je 1 hl pro Gebräu zu erzeugenden Bieres hat man zu rechnen:

1,40 hl Maischbottichraum,
0,70 hl Maischkesselraum,
1,66 hl Läuterbottichraum,
1,45 hl Würzepfannenraum.

Das Dekoktionsverfahren. Dieses Verfahren ist in Deutschland und Oesterreich zur Erzeugung untergäriger Biere allgemein verbreitet. Die Ausührung des sog. bayerischen Dekoktions- oder Dickmaischverfahrens gestaltet sich kurz folgendermaßen:

Die zur Einmaischung bestimmte Malzmenge heißt Schüttung, die hierzu erforderliche Wassermenge Guß. Guß und Schüttung müssen natürlich in einem

passenden Verhältnis zu einander stehen. Dieses kann verschieden sein, je nach der Menge Bier, welche gewonnen werden soll. Aber auch andere Umstände spielen hier eine Rolle, wie die Beschaffenheit des Malzes, ob Rohfrucht mit verarbeitet werden soll u. dergl.

Indessen kann man ganz im allgemeinen als zweckentsprechende Wassermenge für ein Gebräu mindestens das Doppelte rechnen von der Biermenge, welche aus der gegebenen Schüttung gewonnen werden soll. Diese Wassermenge wird so verteilt, daß zwei Drittel derselben als Hauptguß für den Maischprozeß, ein Drittel als sogenannter Nachguß zum Aussüßen der Treber verwendet werden.

Beim bayerischen Dickmaischverfahren beträgt der Guß ungefähr 220 l für 1 hl Malz. Hiervon dienen 120 l Wasser von gewöhnlicher Temperatur zur Vermischung mit dem Malzschrot, zum Einmaischen oder Einteigen, während 100 l in der Pfanne zum Kochen gebracht werden.

Als zweckmäßige Hilfsapparate beim Einteigen erscheinen, wie bereits erwähnt, die sogenannten Vormaischer, welche, über dem Maischbottich in die Rohrleitung für das Malzschrot eingeschaltet, letzteres mit Wasser vermischen, wodurch ein Verstauben des Schrotes vermieden wird. Das Einteigen geht unter fortwährender Bewegung des Rührwerks vor sich.

Zuweilen läßt man die eingeteigte Masse 2—3 Stunden ruhig stehen. Ein Verfahren, welches bei weniger gutem Malze behufs Durchdringung des Stärkemehls mit Wasser und der Auflösung der Diastase nicht unvorteilhaft ist. Zumeist indessen beginnt man alsbald mit dem Maischen, indem man durch Zusatz von kochendem Wasser aus der Pfanne oder aus dem Vorwärmer die Temperatur der Maische im Bottich unter beständigem Gange des Rührwerks auf 28° R bringt. Um ein Verbrühen des Malzes durch das heiße Wasser zu verhindern, muß dasselbe langsam zugelassen werden, so daß die Temperatur von 28° erst in 20 bis 30 Minuten erreicht wird.

Das Maischen wird nun weiter so ausgeführt, daß meist dreimal ein Anteil der ganzen Maische zum Kochen erhitzt und dann wieder zum Rest der Maische zurückgegeben wird, so daß in drei Abschnitten die Abmaischtemperatur von 56—60° R erreicht wird.

Man kocht zwei Dickmaischen und eine Lautermaische.

Bei den Dickmaischen sucht man möglichst viel feste Bestandteile der Maische mit in die Maischpfanne zu bringen — eine möglichst dicke Maische, — während die Lautermaische mehr aus dem dünnflüssigen Teil besteht.

Wir haben also im Maischbottiche die ganze Maische mit einer Temperatur von 28° R. Es folgt nun

Das erste Dickmaischkochen:

Zu dem Behufe wird ungefähr ein Drittel der ganzen Maische in die Pfanne gebracht, worauf man vorsichtig feuert, so daß die Maische in etwa ½ Stunde zum Kochen kommt. Um ein Anbrennen der Maische zu verhindern, hat man kräftig umzurühren bezw. das Rührwerk gehen zu lassen. Man kocht 30—45 Minuten, je nachdem Schänk- oder Lagerbier erzeugt werden soll.

Nach dem Zurückbringen der gekochten Maische in den Maischbottich unter beständigem Gange des Rührwerks erhöht sich nun die Temperatur der ganzen Maische auf 40—43 ° R. Es folgt nun

Das zweite Dickmaischkochen:

Ein Drittel der ganzen Maische wird abermals in die Pfanne befördert und wie bei der ersten Dickmaische verfahren. Nach dem Zurückpumpen in den Maischbottich ist die Temperatur der ganzen Maische im Bottich 50—52 ° R.

Das Kochen der Lautermaische.

Die Menge der zu kochenden Lautermaische ist derart zu bemessen, daß nach dem Zurückpumpen derselben die Abmaischtemperatur von 56—60 ° R in der ganzen Maische erreicht wird. Man läßt die Lautermaische etwa 20—30 Minuten kochen. Die ganze Menge derselben beträgt etwa 120 l für 1 hl Malz.

Um für die Lautermaische weniger feste Maischteile in den Kessel zu bringen, läßt man Maische sich kurze Zeit absetzen, worauf man zuweilen unter Benutzung einer Vorrichtung zum Zurückhalten der festen Maischteile den Ausfluß für die Maische öffnet.

Das Zurückbringen der gekochten Lautermaische geschieht, wie bei den Dickmaischen, unter beständigem Gange des Rührwerks, welches man — zum Zwecke des Abmaischens — auch nachher noch 20—30 Minuten in Bewegung läßt.

Die Gesamtmaische bleibt nun bei der Abmaischtemperatur von 56—60° R ½—1 Stunde ruhig stehen — wie der Brauer sich ausdrückt — auf der Ruhe. Damit ist der Maischprozeß vollendet und es folgt das Abläutern.

Das Stehenlassen der Maische auf Ruhe hat den Zweck, den Trebern Zeit zu lassen, sich abzusetzen. Gleichzeitig findet noch eine gewisse Nachverzuckerung statt. Wenn ein besonderer Läuterbottich zur Verfügung steht, befördert man die Maische alsbald nach dem Abmaischen in denselben und überläßt sie hier der Ruhe.

Die Beobachtung der nach dem Abmaischen ruhig liegenden Maische giebt dem Brauer gewisse empirische Merkmale für den Ausfall des Maischens an die Hand. Wenn die Trebern sich rasch absetzen, die koagulierten Eiweißkörper sich flockig abscheiden und darüber eine klare Flüssigkeit sich zeigt, wenn die Würze sich schön bricht, so deutet dieses auf einen normalen Verlauf des Maischprozesses. In diesem Falle erscheint auch die ruhige Oberfläche der Würze tief dunkel. Wollen sich die Trebern nicht absetzen, steigen die Eiweißkörper wolkig in die Höhe und hat die Würze ein fuchsiges Aussehen, so war irgend etwas beim Maischen nicht in Ordnung, sei es, daß das Malz verbrüht wurde oder ein zu frisches und sonst fehlerhaftes Malz in Anwendung kam.

Die ganze Dauer des Maischprozesses nimmt bei Anwendung zweier Dickmaischen und einer Lautermaische vom Beginn des Einmaischens bis zum Abmaischen ungefähr fünf Stunden in Anspruch.

In Norddeutschland und in Oesterreich wird das Dekoktionsverfahren vielfach mit nur zwei Dickmaischen ohne Läutermaische durchgeführt.

Eine normale Arbeitsweise, wie sie in böhmischen Brauereien mit geringen Abweichungen fast allgemein üblich ist, beschreibt Kukla folgendermaßen: Es wird

in kaltes Wasser eingeteigt, auf 40° R zugebrüht, worauf die erste Maische langsam bis 60° R 45 Min. lang gewärmt wird, nach halbstündigem Kochen wird der Maischanteil auf den Bottich zurückgebracht, woselbst sich die Maische auf 52° R erwärmt.

Die zweite Maische wird bis 60° R 30 Min. lang angewärmt, worauf sie wieder ½ Stunde kochend erhalten wird.

Nach dem Abmaischen wird eine Temperatur von 60° R erzielt.

Sobald sich die Treber gesetzt haben, kann man sofort mit dem Abläutern beginnen.

Für die Erzeugung heller und mittelfarbiger Biere ist dieses Verfahren jedenfalls vortrefflich geeignet.

Das Infusionsverfahren. Dieses Verfahren findet in Deutschland nur vereinzelt Anwendung. Wie bereits erwähnt, unterscheidet man die aufwärts- und die abwärtsmaischende Infusion.

Bei ersterer wird das Malzschrot mit einem Teil des kalten oder lauwarmen Maischwassers eingeteigt und durch Zusatz von heißem Wasser die Temperatur von 52—56° R erreicht, oder man nimmt gleich die ganze Menge des Maischwassers zum Einteigen und erhöht die Temperatur durch einen direkten Dampfstrom oder noch besser durch indirekten Dampf. In beiden Fällen läßt man die Maische bei 52—56° einige Stunden stehen.

Hierher gehört auch das sogenannte Kesselmaischen, bei welchem man in dem Maischkessel mit kaltem Wasser einteigt und durch direktes Feuern die Maische auf 52—54° R bringt. Bei dieser Temperatur erhält man die Maische, bis die vollständige Verzuckerung stattgefunden, was man mittels der Jodreaktion feststellt, und erhitzt dann auf 60° R, worauf die Maische in den Läuterbottich befördert wird.

Bei der abwärtsmaischenden Infusion wird das Malzschrot in das gesamte, ungefähr 62° R zeigende Maischwasser geschüttet, so daß nach dem Vermischen des Schrotes mit dem Wasser (auf 100 Pfund Malz rechnet man ungefähr 150 Liter Wasser) die Maischtemperatur von 54—56° R besteht. Bei dieser Temperatur überläßt man dann die Maische eine oder mehrere Stunden der Verzuckerung.

Schließlich möge hier noch ein gemischtes Brauverfahren erwähnt werden, welches nach Lintner sen. gute Resultate liefert:

Für je 1 hl Malz werden in der Pfanne 2 hl Wasser auf 48—50° R gebracht. Hiervon läßt man für je 1 hl Malz 140—150 Liter zum Einteigen des Schrotes in den Maischbottich laufen. Nachdem unter beständigen Gange des Rührwerkes die Temperatur innerhalb 25 Minuten ausgeglichen ist und 42° R erreicht hat, bleibt die Maische ¾ Stunden stehen. Während dieser Zeit wird der Rest des Wassers in der Pfanne zum Kochen erhitzt, worauf dasselbe innerhalb 20 Minuten zu der Maische gebracht wird, so daß die Temperatur in derselben nunmehr 52° R beträgt. Die Maische bleibt nun wieder ¾ Stunden zum Zwecke der Verzuckerung stehen, sodann wird aufgemaischt und unter lebhaftem Gange des Rührwerks die Hälfte der ganzen Maische in die Maischpfanne befördert, und dort innerhalb einer Stunde zum Kochen erhitzt. Nach ½—¾ stündigem Kochen bringt man die Maische in den Bottich zurück und maischt bei 60° R ab.

Zur Kontrolle des Maischverfahrens hat man in der Jodlösung (s. S. 63) das geeignetste Hilfsmittel. Während man sich indessen früher allgemein begnügte, das Maischfiltrat mit Jod zu prüfen, und sich zufrieden gab, wenn dasselbe beim Abläutern keine Jodreaktion mehr zeigte, hat in neuester Zeit Kukla darauf hingewiesen, daß es nötig sei, für die Zwecke der Prüfung mit Jod eine kleine Probe der ganzen Maische (mit den Trebern) zu kochen, zu filtrieren, und nun im Filtrate die Jodreaktion auszuführen. Daß unter diesen Umständen häufig, ja in der Regel, noch eine Reaktion auftrete, wenn im Filtrate der nicht gekochten Maischprobe auch eine solche unterblieb, war bekannt. Man wußte recht wohl, daß ein größerer oder geringerer Teil halbaufgeschlossener Stärke in den Trebern zurückblieb; allein man kümmerte sich um diese kleinen Mengen eben nicht. Kukla dagegen zeigte, daß bei zweckentsprechender Modifikation des Maischprozesses auch diese, zuweilen gar nicht so unerheblichen Mengen von Extrakt bildendem Materiale gewonnen werden können. Man trage nur dafür Sorge, daß die Maischen bei der Anwärmung 60° R nicht früher übersteigen dürfen, bevor nicht durch die Kuklasche Jodreaktion die Vollendung des Verzuckerungsprozesses erwiesen ist, bis also nicht im Filtrate einer gekochten Maischprobe auf Zusatz der Jodlösung lediglich die Farbe der letzteren erscheint. Auf diese Weise wird die Zuckerbildung in der Hauptsache schon bei den Maischen erreicht, und die Maischraft wird überflüssig.

Das Kuklasche Verfahren ist in einigen Brauereien Böhmens und des Auslandes bereits mit dem Erfolge erheblicher Malzersparnisse eingeführt worden. Ein weiterer Vorteil bei diesem Verfahren ist, daß Kleistertrübungen (s. u.) nicht mehr vorkommen können.

Es muß jedoch bemerkt werden, daß die Einführung desselben nicht etwa schablonenmäßig durchgeführt werden kann, sondern sich nach der Beschaffenheit des jeweils zu verwendenden Malzes zu richten hat; weshalb es sich empfiehlt, bei der Einführung eine sachkundige Anleitung einzuholen. (Eine ausführliche Beschreibung des „Prager Sudkontrolverfahrens und der Führung des Sudes nach Kuklaschem Prinzipe“ siehe Oesterreichische Brauer- und Hopfenzeitung 1891.)

Das Abläutern. Das Abläutern besteht in der Trennung der Würze von den festen Bestandteilen der Maische, den Trebern.

In kleineren und mittleren Brauereien dient, wie bereits erwähnt, der Maischbottich auch gleich zum Abläutern, indem derselbe zu dem Behufe mit einem zweiten, perforierten Boden versehen ist, auf welchem nach dem Oeffnen der in dem Raum zwischen den den beiden Böden angebrachten Ablaufhähne, die Treber zurückbleiben.

In größeren Brauereien bedient man sich, um den Maischbottich für eine weitere Einmaischung rascher frei zu bekommen, besonderer Läuterbottiche, welche meist mit dem Maischbottich in gleicher Höhe aufgestellt sind, so daß die ablaufende Würze von selbst in den tiefer stehenden Hopfenkessel abfließen kann.

Nachdem die Maische etwa 1 Stunde auf Ruhe gestanden, und die Treber sich gehörig abgesetzt haben, beginnt man mit dem Abläutern, indem zunächst die Saugrohre ganz geöffnet werden, um die unter dem Siebboden befindliche Maische austreten zu lassen. Darauf schließt man die Hähne etwas, und schöpft die noch trübe laufende Würze vorsichtig in den Läuterbottich zurück. Die klare Würze gelangt direkt in den Hopfenkessel, sei es durch eigenes Gefälle, oder

indem sie durch Pumpen dahin befördert wird. Nachdem die Würze von den Trebern rein abgelaufen ist, erfolgt der Nachguß, das Anschwänzen, Auswaschen oder Decken der Treber, um die in denselben festgehaltene Würze noch möglichst zu gewinnen. Die Temperatur des Anschwänzwassers soll nicht unter 60° R betragen, aber auch nicht viel mehr. Kochendes Wasser zu nehmen ist unzweckmäßig, da durch dasselbe halbaufgeschlossenene Stärketeilchen in Lösung gebracht werden, wodurch das Abläutern erschwert wird und Kleistertrübung im Biere auftreten kann. Um die Treber möglichst vollkommen aussüßen zu können, müssen dieselben vor dem Anschwänzen aufgelockert werden, was durch Umstechen mit der Hand oder mittels einer im Läuterbottich angebrachten Treberaufhackmaschine vorgenommen wird. Zum Aufgießen des Wassers auf die Treber — zum Anschwänzen — bedient man sich jetzt fast allgemein des zuerst in England angewendeten Drehkreuzes, nach dem Prinzipe des Segnerschen Wasserrades. Das Nachgußwasser wird entweder in eigens dazu vorhandenem Gefäße erwärmt oder es wird einer Warmwasserreserve entnommen.

Das Anschwänzen muß thunlichst rasch ausgeführt werden. Die Treber dürfen nicht lange an der Luft liegen bleiben, und um eine Milchsäurebildung zu verhindern, sich nicht zu stark abkühlen.

Die erste Würze nennt man Vorderwürze, die durch Anschwänzen erhaltene, Nachgußwürze.

Gewöhnlich werden 2—3 Nachgußwürzen gemacht, welche mit der Vorderwürze in der Pfanne vereinigt werden. Die letzten Nachgüsse zeigen meist nur mehr 2—3 Saccharometergrade.

In manchen Gegenden werden aus den Nachgußwürzen leichte Biere, Dünnbiere, Scheps u. dgl. bereitet, welche namentlich zur Sommerzeit von den Feldarbeitern gern genossen werden.

Ein letzter Nachguß, von kaltem oder warmem Wasser, welcher nicht mehr zur Bierbereitung Verwendung findet, liefert das sogenannte Glattwasser, welches zuweilen mit anderen Abfällen auf Spiritus verarbeitet wird.

Die beim Maischen koagulierten, (in Flöckchen) ausgeschiedenen Eiweißkörper setzen sich, soweit sie nicht mit den Trebern niedergerissen werden, später ab im Läuterbottiche als diese, und bilden so auf der Oberfläche der Treber eine graue, schmierige Schicht, in welcher stets auch noch unaufgeschlossene Stärke vorhanden ist. Diese Masse — Oberteig genannt — wird in kleinen Brauereien manchmal vor dem Abläutern abgenommen, was jedoch nicht zweckmäßig ist, da er natürlich mit Würze völlig durchtränkt ist, und daher durch seine Entfernung unnötige Verluste an Würze herbeigeführt werden. Man läßt ihn besser bei den Trebern, deren Nährwert durch die Proteïnstoffe des Oberteigs erhöht wird.

In kleinen Brauereien, in welchen der Maischbottich gleichzeitig als Läuterbottich dient, sammelt sich unter dem Siebboden eine teigige Masse, welche vorwiegend aus der Aufschließung entgangenem Stärkemehl besteht. Die Bildung von solchem „Unterteig“, welcher zu Verlusten und Störungen (Kleistertrübung) führen kann, vermeidet man, indem man vor dem Einmaischen den Siebboden entfernt, und ihn erst nach vollendetem Maischen einsetzt; als zweckmäßig zur Verminderung des Unterteiges hat sich ferner bewährt, den Zwischenraum zwischen Senkboden und dem

Boden des Bottichs möglichst zu verringern. Nach Schultze sollte die Entfernung der Böden nicht mehr als 3—4 mm betragen.

Der Läuterbottich (bezw. Maischbottich) wird sofort nach beendigtem Abläutern entleert und die Trebern als wertvolles Futtermittel frisch verwertet oder in gemauerten Gruben eingestampft aufbewahrt oder durch Trocknen konserviert.

Zusammensetzung der Biertreber (Behrend):

In frischem Zustande:

Wasser	Rohproteïn	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Phosphorsäure (P_2O_5)	Kali K_2O
80,3 pCt.	4,68 pCt.	1,02 pCt.	9,52 pCt.	1,02 pCt.	0,346	0,026
In der Trockensubstanz:						
—	23,47 pCt.	5,12 pCt.	47,96 pCt.	18,62 pCt.	1,74	0,13

Ehe wir uns dem „Kochen der Würze mit Hopfen" zuwenden, haben wir noch die Bedeutung der in der Bierbrauerei üblichen Maischverfahren, insbesondere des Dekoktionsverfahrens und die Vorgänge bei denselben näher zu betrachten.

Es gilt als Ergebnis praktischer Erfahrung, daß das Dickmaischverfahren besonders geeignet ist zur Erzeugung haltbarer und namentlich vollmundiger Biere.

Betrachten wir die einzelnen Phasen des Dekoktionsverfahrens, so gilt das Einteigen und Zubrühen von heißem Wasser bis zu einer Temperatur 27—28° R hauptsächlich der Lösung der Diastase und der Durchbringung des Stärkemehls mit Wasser, wodurch dasselbe für die Aufschließung bei höherer Temperatur vorbereitet wird. Um diesen Zweck möglichst vollständig zu erreichen, ist es, wie bereits erwähnt, bei weniger gutem Malze nicht unvorteilhaft, die Maische bei gewöhnlicher Temperatur 2—3 Stunden stehen zu lassen. Auch das Einteigen gleich mit lauwarmem Wasser kann nicht als ungeeignet bezeichnet werden. Nach beendigtem Einteigen haben wir also hauptsächlich eine je nach dem Fermentativvermögen des Malzes mehr oder weniger diastasereiche Lösung, von welcher auch die Stärkekörnchen durchdrungen sind, ohne daß indessen bei der Temperatur von 28° R eine erhebliche Einwirkung auf das Stärkemehl stattfände.

Ein Drittel der ganzen Maische wird nun als erste Dickmaische gekocht. Es empfiehlt sich, für vollmundige Biere die Maische möglichst dick zu schöpfen. Hierdurch erreicht man zweierlei, einmal wird weniger Diastase vernichtet, andererseits bringt man mehr Schrot zum Auskochen, und dadurch mehr der gummiartigen Substanzen in Lösung, welche für die Vollmundigkeit des Bieres von Bedeutung sind, und mehr Stärke zur Aufschließung. Die in der Dickmaische befindliche Diastase wird natürlich vernichtet; aber da die Kochtemperatur bezw. die Temperatur von 64 R nur allmählich erreicht wird, so ist der Diastase vorher ausreichend Spielraum gegeben, um auf das Stärkemehl einzuwirken. Schon bei 44° R wird die Stärke von der Diastase erheblich angegriffen, bei 50—52° ist die Zuckerbildung am intensivsten und selbst bei 56° R vermag die Diastase, sofern sie in genügender Menge vorhanden ist, noch reichlich Zucker (Isomaltose) zu bilden. Zwischen 55 und 64° endlich vermag sie noch lösend auf das Stärkemehl einzuwirken. Ueber 64° erlischt

die Wirkung der Diastase. Durch das nun folgende Kochen wird einerseits die noch nicht oder unvollständig umgewandelte Stärke für die spätere Einwirkung der Diastase vorzüglich vorbereitet, Gummikörper und andere Extraktivstoffe werden gelöst, Eiweißkörper ausgeschieden und leicht veränderliche Kohlenhydrate (Isomaltose, Levulose) der Maische karamelisiert. Nach Grießmayer findet beim Kochen der Würze die Bildung peptonartiger Proteïnstoffe statt. So ist das Dickmaischkochen in verschiedener Richtung von Einfluß auf die Beschaffenheit des zu erzielenden Bieres.

Wird nun die gekochte Maische in den Bottich zurückgebracht, so vermag bei einer Temperatur von 40—42° die in dem nicht gekochten Rest ungeschwächt vorhandene Diastase auf die in der Dickmaische befindlichen Dextrine, Isomaltose und verkleisterte Stärke sehr energisch einzuwirken, während bei obiger Temperatur nun auch die nicht gekochte Stärke angegriffen wird.

Beim Kochen der zweiten Dickmaische wiederholen sich im wesentlichen die Vorgänge wie bei dem der ersten. Nach dem Zurückbringen der gekochten Maische in den Bottich ist mit 50—52° R jene Temperatur erreicht, bei welcher die Malzstärke durch die Diastase fast völlig umgewandelt wird in Maltose, Isomaltose und Dextrin. Hätte man es mit reiner Malzstärke zu thun, so wäre es für die Zwecke der Stärkeumwandlung kaum nötig, höher zu gehen. Im Malzschrot und zur Aufschließung beim Darren etwa ungünstig veränderter Stärkekörnchen, wie sie im besten Malz vorkommen, ist jedoch die Erreichung der Abmaischtemperatur von 57—60° R unbedingt nötig.

Dieselbe erreicht man durch das Lautermaischkochen.

Wie aus dem vorhergehenden ersichtlich, spielt beim Kochen der Dickmaischen die Stärkeumwandlung durch Diastase eine ganz bedeutende Rolle. Dieses ist denn auch stets zu beachten, indem man die Diastase nicht zu rasch durch das Kochen zerstört, sondern ihr Zeit läßt, innerhalb des Temperaturintervalls von 48—65° R ihre Wirksamkeit zu entfalten. Ja bei mangelhaftem Malze mit geringem Fermentativvermögen empfiehlt es sich, die Temperaturen von 48—56° R langsamer zu durchlaufen, als das sonst bei normalem Malze üblich und nötig ist. Daß das Zurückbringen der heißen Maische in den Bottich stets mit der Vorsicht zu geschehen hat, daß ein Verbrühen des Malzes, womit eine Vernichtung der Diastase verbunden ist, vermieden wird, braucht wohl nicht mehr besonders betont zu werden.

Man ist vielfach gewohnt, beim Maischen in der Brauerei mit einem großen Ueberschuß an Diastase zu rechnen und glaubt infolge dessen nicht besonders schonend gegen dieselbe verfahren zu müssen. Diese Ansicht ist aber durchaus nicht richtig, denn einerseits kommt nicht die volle Kraft der anwesenden Diastase ungeschwächt zur Wirkung, andererseits zeigt das Fermentativvermögen des Darrmalzes sehr erhebliche Schwankungen von F = 9 bei dunklem bayerischem bis F = 40 und darüber bei lichtem böhmischem Malz. Es ist klar, daß man bei Verarbeitung des ersteren Malzes das Temperaturverhältnis weit strenger zu beobachten hat, als bei der des letzteren.

Einen gewissen Anhalt zur Beurteilung der Diastaseverhältnisse bei der Verarbeitung bayerischen Malzes nach dem Dekoktionsverfahren geben uns folgende Zahlen, welche im Sudhause ermittelt wurden und sich auf das Fermentativvermögen in der Maische in verschiedenen Stadien des Maischprozesses beziehen. Die Proben für die Bestimmung des Fermentativvermögens wurden jedesmal entnommen, wenn

die ganze Maische sich im Bottich befand, die letzte Probe beim Beginn des Abläuterns. Es ergab sich nun die Diastasewirkung bei 28° R = 100 gesetzt für dieselbe bei 42° R = 61,1, bei 49,8° R = 26,8, beim Abläutern 7,3.

Hieraus ist ersichtlich, daß bei schlechtem Malze und unvorsichtigem Arbeiten recht wohl die Diastasewirkung hinter dem erforderlichen Maße zurückbleiben kann, so daß eine anormale Zusammensetzung der Würze oder auch Kleistertrübung die Folge sind.

Die Kleistertrübung, welche sich erst im fertigen Biere zeigt, indem sie demselben Klarheit und Glanz raubt, ist stets auf Fehler im Maisch- oder schon im Darrprozeß zurückzuführen. Die Kleistertrübung entsteht durch die Anwesenheit von Amylodextrinen oder (in besonders schweren Fällen) löslicher Stärke, welche in der heißen Würze klar gelöst, beim Abkühlen derselben im Gär- oder Lagerkeller sich ausscheiden. Sie rührt meist davon her, daß es an Diastase mangelte, um die lösliche Stärke oder die in den ersten Stadien des Stärkeumwandlungsprozesses entstehenden Amylodextrine in Maltose und mit Jod sich nicht färbendes Dextrin überzuführen.

Lediglich im Hinblicke auf die Stärkeumwandlung erscheint das Dekoktionsverfahren umständlich und zeitraubend.

In dieser Hinsicht würde eine aufwärtsmaischende Infusion mit Regulierung der Temperaturen durch indirekten Dampf am besten entsprechen. Allein nichtsdestoweniger darf man das Dekoktionsverfahren keineswegs als unrationell, wie das zuweilen geschieht, bezeichnen. Wir müssen hier die Erfahrungen der Praxis wohl beachten, welche nach diesem Verfahren vortreffliche Resultate erzielte. Der Stärkeumwandlung trägt auch das Dekoktionsverfahren in ausreichendem Maße Rechnung. Ja, man hat es bei entsprechender Kenntnis des Maischmaterials besser als bei einem anderen Verfahren in der Hand, das Verhältnis von Zucker zu Dextrin in der Würze zu regeln. Das Kochen der Maische wirkt erfahrungsgemäß auf die Beschaffenheit der Würze für die Gärung günstig ein, wenn wir auch zur Zeit noch den Grund hierfür nicht anzugeben vermögen, und vermehrt, wie bereits erwähnt, die Vollmundigkeit. Wie fast alle Operationen in der Brauerei, so darf auch das Maischen nicht streng schablonenmäßig vorgenommen werden.. Bei gründlicher Kenntnis der maßgebenden Faktoren können dieselben in verschiedener Weise modifiziert werden.

Die Infusionsverfahren richtig ausgeführt, nützen unstreitig das Fermentativvermögen der vorhandenen Diastase besser aus, als die Dekoktionsverfahren. Die Infusionsbiere zeigen auch bekanntlich durchweg einen weinigeren Charakter, da sie eben von zuckerreicheren und dextrinärmeren Würzen stammen. Eine langsam aufwärtsmaischende Infusion mit einer Abmaischtemperatur von 55° R dürfte am zweckmäßigsten erscheinen.

Die Summe aller jener Bestandteile des Malzes, welche beim Maischen in die Würze übergehen, bezeichnet man als den Extrakt des Malzes. Die Ausbeute an Extrakt aus einem Malze kann durch einen Maischversuch im Kleinen ermittelt werden und wird in Prozenten des lufttrockenen Malzes oder der Malztrockensubstanz angegeben. Ein Malz von mittlerer Qualität liefert auf Trockensubstanz berechnet, eine Ausbeute von 75 pCt. an Extrakt.

Als durchschnittliche Extraktausbeute von gutem Malze betrachtet man 67 pCt.

Nach Thausing ist anzunehmen, daß die Malzausbeute in der Praxis etwa 8 pCt. geringer ausfällt, als bei der im Laboratorium ausgeführten Analyse, so daß also bei einer durch den Laboratoriumversuch ermittelten Ausbeute von 75 pCt. in der Praxis eine solche von 67 pCt. zu erzielen ist. Bei dem Arbeiten mit dem Kukla'schen Subkontrollverfahren dürfte sich dieses Verhältnis wesentlich günstiger stellen.

Das Kochen der Würze mit Hopfen. Durch das Würzekochen erreicht man

1. eine Konzentration der durch die Nachgüsse mehr oder weniger verdünnten Würze,
2. die Ueberführung gewisser wertvoller Bestandteile des Hopfens in die Zusammensetzung der Würze,
3. die Ausscheidung koagulierbarer Eiweißkörper.

Sobald der Boden von der zulaufenden Würze bedeckt ist, muß ein kleines Feuer unter dem Kessel unterhalten werden, damit sich die in demselben befindliche Würze während der Dauer des Abläuterns nicht auf die Temperatur der Milchsäurebildung abkühlen kann.

Sobald die Vorderwürze und die Nachgüsse in der Pfanne vereinigt sind, beginnt das Kochen.

Die Kochdauer ist verschieden je nach dem Maischverfahren und der Konzentration, welche die Würze erhalten soll.

Beim Arbeiten nach dem Dekoktionsverfahren dauert das Kochen für Lagerbiere (14 pCt. Ball.) 2 bis $2^1/_2$ Stunden, für Schänkbiere (12 pCt. Ball.) 1—$1^1/_2$ Stunden, so daß als mittlere Kochdauer $1^1/_2$ bis 2 Stunden anzusehen ist.

Infusionswürzen, welche meist stark verdünnt sind und eine weit größere Menge koagulierbarer Eiweißkörper enthalten als die Dekoktionswürzen, werden 4 bis 8 Stunden gekocht.

Nach beendigtem Kochen soll die Würze einen schönen „Bruch“ zeigen, d. h. es sollen sich die Eiweißkörper in dichten Flöckchen abgeschieden haben und sich im Schaugläschen rasch zu Boden setzen, während die Würze klar und glänzend erscheint.

Der Zusatz des Hopfens geschieht in verschiedener Weise. Entweder wird die ganze Hopfenmenge zugegeben, sobald die Würze den Pfannenboden bedeckt, oder man setzt in diesem Stadium die eine Hälfte und, sobald die Würze anfängt, sich zu brechen, die zweite Hälfte zu. Für Biere mit stark ausgeprägtem Hopfenaroma nimmt man den Zusatz häufig auf dreimal vor und fügt das letzte Drittel kurz vor dem Beendigen des Kochens zu.

Infusionswürzen werden, bevor der Hopfen zugesetzt, $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde gekocht, um schon vorher einen Teil der gerinnbaren Eiweißkörper abzuscheiden.

Die Menge des zuzusetzenden Hopfens ist in erster Linie von den Anforderungen der Bierkonsumenten abhängig.

Außerdem muß die Hopfengabe um so größer sein: je weniger ausgiebig der Hopfen ist, je geringer die Qualität, je konzentrierter die Würze, je länger das Bier haltbar sein soll und je kürzere Zeit hindurch mit Hopfen gekocht wird.

Bei unseren modernen Bieren schwankt die Hopfengabe von 0,15—0,85 kg pro Hektoliter Würze.

Auf 1 Zentner Malz berechnet, ergeben sich im besonderen folgende Zahlen für die anzuwendenden Hopfenmengen:

Bei Winter- oder Schänkbieren (11—12 pCt. Ball.) $^{3}/_{4}$—1 Pfund,
bei Lagerbier (12—13 pCt. Ball.) $1^{1}/_{4}$—$1^{1}/_{2}$ Pfund,
bei Doppelbier (14 pCt. Ball.) 2 Pfund,
bei Bockbier (16 pCt. Ball.) $1^{1}/_{4}$ Pfund,
bei Salvatorbier (18—19 pCt. Ball.) $1^{1}/_{4}$—$1^{1}/_{2}$ Pfund.

In Wien rechnet man pro Hektoliter Würze:

Für Abzugbier	mit	10 pCt.	Ball.	0,30—0,50	Pfund Hopfen,
„ Lagerbier	„	13 „	„	0,70—0,90	„ „
„ Märzenbier	„	14—15 „	„	1,10—1,29	„ „

Durch das Kochen mit Hopfen gehen in die Würze über Hopfenöl, jedoch in äußerst geringer Menge, Hopfenharze und Hopfenbittersäure, letztere jedoch nicht unverändert, sondern nachdem sie durch den Luftsauerstoff in der Würze in lösliches Harz übergeführt wurde (Bungener), ferner Hopfengerbsäure, welche mit den Eiweißkörpern der Würze unlösliche Verbindungen eingeht. Man hat der eiweißfällenden Eigenschaft der Hopfengerbsäure vielfach eine übertriebene Bedeutung beigelegt. Dieselbe ist, wie Prior nachgewiesen, eine sehr untergeordnete. Außerdem nimmt die Würze aus dem Hopfen noch eine ganze Reihe löslicher indifferenter Bestandteile in geringer Menge auf.

Der Hopfen, und zwar die zuerst genannten Bestandteile Hopfenöl und Hopfenharze, verleihen dem Biere den bekannten, angenehm aromatischen Geschmack, der durch nichts anderes hervorgerufen werden kann, so daß es thatsächlich kein Ersatzmittel für den Hopfen giebt.

Von nicht geringer Bedeutung ist ferner die Eigenschaft gewisser Hopfenbestandteile, wie insbesonders des α- und des β-Harzes, die Haltbarkeit der Würze, bezw. des Bieres in hohem Grade zu fördern. In gehopfter Bierwürze vermögen zahlreiche Spaltpilze sich nicht zu entwickeln, welche in nichtgehopfter Würze üppig gedeihen und dieselbe rasch dem Verderben überliefern. Durch das Kochen mit Hopfen wird die Bierwürze vollkommen sterilisiert, d. h. es werden die beim Maischen der Vernichtung entgangenen Keime und jene, welche während des Abläuterns in die Würze gelangen, getötet, so daß es durch geeignete Maßnahmen beim Abkühlen möglich ist, eine von fremden lebensfähigen Keimen befreite Würze zur Gärung zu bringen.

Beim Kochen färbt sich die Würze stets dunkler und zwar mehr oder weniger je nach der Dauer des Kochens. Würzen für lichte Biere dürfen daher nicht zu lange gekocht werden. Ebenso ist es nicht ratsam, das Kochen über die gewöhnliche Zeit auszudehnen, wenn der Bruch in gewünschter Weise nicht eintreten will. In diesem Falle wird derselbe auch durch längeres Kochen nicht erreicht. Die Ursache hiervon ist in der Beschaffenheit des Malzes zu suchen.

Nach beendigtem Kochen wird die Würze durch den sog. Hopfenseiher, welcher den ausgekochten Hopfen mit den ausgeschiedenen Eiweißsubstanzen zurückzuhalten bestimmt ist, auf die Kühle befördert. Als Hopfenseiher diente früher vielfach ein

gewöhnlicher Korb aus Weidengeflecht oder ein mit einer Siebvorrichtung versehener hölzerner Kasten von beliebiger Form. Gegenwärtig wird derselbe meistens aus Kupfer oder Eisen konstruiert.

Das Entleeren der gekochten Würze aus dem Hopfenkessel bezeichnet man als „Ausschlagen".

Statt in den Hopfenseiher wird die Würze in kleineren Brauereien auch in den Läuterbottich oder den mit einem Läuterboden versehenen Maischbottich ausgeschlagen, in welchem man die Würze, um den Hopfen sich absetzen zu lassen, ½—¾ Stunden stehen läßt. Wenn die Würze auf die Kühle abgelassen wird, filtriert sie sehr klar durch den auf dem Siebboden liegenden Hopfen.

Der nach dem Ablaufen der Würze zurückbleibende Hopfen hält nach Lermer noch etwa das 3½fache, nach anderen Angaben sogar das 5—6fache seines Gewichts an Würze zurück. Um dieselbe zu gewinnen, ist es zweckmäßig, den Hopfen mit heißem Wasser auszuwaschen und schließlich zu pressen.

Das Kühlen der Würze. Die von der Pfanne kommende heiße Würze muß für die Zwecke der Gärung abgekühlt, auf mehr oder weniger niedrige Temperatur gebracht werden. Für die Untergärung ist eine Abkühlung auf 4—5° R, für die Obergärung eine solche auf 10—16° R erforderlich.

Das Abkühlen darf nicht zu lange dauern. Namentlich darf die Würze nicht lange bei Temperaturen verweilen, welche der Entwicklung von Spaltpilzen günstig sind. Dieselben müssen möglichst rasch überschritten werden.

Seit altersher dienen zum Abkühlen der Würze die sog. Kühlschiffe, flache Gefäße aus verzinntem Kupfer oder aus Eisenblechplatten gefertigt, welche an einem luftigen Orte in der Brauerei über oder neben dem Sudhause, in dem Kühlhause Aufstellung finden (S. Fig. 212). Zur Beschleunigung der Abkühlung wird die Würze auf dem Kühlschiffe mit Krücken durchgerührt, oder es werden über der Kühlfläche Windflügel angebracht, welche in lebhafte Rotation versetzt, die mit Feuchtigkeit gesättigte Luft hinwegführen und für die Zuströmung frischer Luft sorgen.

Die in der Würze suspendierten Eiweißflöckchen und Hopfenfragmente, welche durch den Hopfenseiher hindurchgehen, setzen sich mit Proteïnsubstanzen, welche beim Abkühlen erst sich ausscheiden, auf dem Kühlschiff ab und bilden das sog. Kühlgeläger. Letzteres bildet eine graubraune schmierige Masse und hält nach dem Ablassen der Würze noch viel von derselben zurück. Man sammelt daher das Kühlgeläger und bringt es zur Gewinnung der Würze in große Filtrierbeutel — Trubsäcke.

An den Wandungen der Kühlschiffe setzt sich allmählich ein firnißartiger Ueberzug in Form einer grauen oder braunen glänzenden Kruste an. Dieser Ueberzug — der sog. Bierstein — haftet so fest, daß er durch das übliche Waschen und Reinigen der Kühle nicht entfernt werden kann. Bei eisernen Kühlschiffen ist, er erwünscht, da er die direkte Berührung der Würze mit dem Eisen und dadurch eine Dunkelfärbung des Bieres verhindert. Nach Lermer enthielt ein solcher Bierstein 7,0 pCt. Wasser, 29,2 pCt. Asche (Kohlensäure frei) und 63,8 pCt. organische Stoffe.

In der Asche herrschte Kalk vor, Phosphorsäure, Magnesia und Eisenoxyd traten zurück. Auch in den Würzeleitungen setzt sich ein Bierstein ab, der indessen nicht so dicht und fest anliegt, wie der auf dem Kühlschiff. Auf kupfernen Kühlschiffen,

die jedoch heutzutage nur mehr vereinzelt angetroffen werden, kann das Ansetzen eines Biersteins leicht verhindert werden.

Die Würze soll nun nicht länger als 8 Stunden auf dem Kühlschiffe liegen. Während dieser Zeit findet durch Verdunstung eine weitere Konzentration derselben statt, gleichzeitig nimmt sie in flacher Schicht an der Luft ausgebreitet Sauerstoff auf, ein Vorgang, welcher für die nachfolgende Gärung von Bedeutung ist.

Das Kühlschiff ist nun sehr häufig, namentlich in der wärmeren Jahreszeit, nicht ausreichend zur Abkühlung der Würze auf die erforderliche Temperatur; deshalb sollte in keiner Brauerei ein Kühlapparat fehlen, in welchem die Würze durch Eis oder Wasser auf die gewünschte niedrige Temperatur gebracht wird.

Die verschiedenen Kühlapparate lassen sich wesentlich in zwei Gruppen einteilen:

1. geschlossene Kühlapparate, in welchen die Würze in geschlossenen Röhren fließt, welche von dem Kühlwasser umgeben sind, hierher gehören die Schlangenkühler, die Kastenkühler und Gegenstromkühlapparate.

2. offene Kühlapparate, bei welchen die Würze außen über horizontal angeordnete Rohrsysteme fließt, während das Kühlwasser im Innern der Röhren zirkuliert; hierher gehören die verschiedenen Systeme der Berieselungskühler (vgl. Fig. 179, S. 383), welche sich vortrefflich bewährt haben und immer weitere Verbreitung finden.

Die Schlangen- und Kastenkühler finden meist nur mehr in Kleinbetrieben Anwendung, für die sie auch genügen dürften. Der Schlangenkühler besteht aus einem kupfernen schlangenförmig gewundenen Rohr, durch welches die Würze läuft, und welches in einem tiefen Bottich angebracht ist. In letzteren bringt man das zur Abkühlung dienende Wasser mit Eisstücken.

Der Kastenkühler ist im Grunde genommen auch nichts anderes als ein Schlangenkühler, nur daß die Windungen nicht spiralig verlaufen, sondern horizontal mit einem geringen Gefälle. Die Röhren von ovalem Querschnitte sind der Länge nach in einem eisernen Kasten angebracht und in den Stirnwandungen desselben durch Verschraubungen befestigt. Durch Kniestücke sind je zwei Röhren außerhalb des Kastens derart miteinander verbunden, daß eine einzige Kühlschlange entsteht. Der Kasten wird mit Wasser und Eis gefüllt. Vor dem Schlangenkühler hat er namentlich den Vorzug, daß er unter Entfernung der verbindenden Kniestücke leicht gereinigt werden kann.

In neuerer Zeit machen sich Bestrebungen geltend, welche darauf abzielen, das Kühlschiff aus dem Brauereibetrieb gänzlich zu verbannen und an seine Stelle Kühlapparate zu setzen, in welchen die Würze nur mit reiner Luft in Berührung kommt. Durch die epochemachenden Arbeiten Hansens (s. u.) lernte man den großen Wert einer reinen, d. i. einer von Bakterien und wilden Hefepilzen freien Hefe kennen. Zugleich erkannte man in dem Kühlschiff einen Apparat, welcher der Verunreinigung der Würze durch fremde Gärungserreger wesentlich Vorschub leistet. Durch den ungehinderten Zutritt der freien Luft zu der in großer Oberfläche auf dem Kühlschiff ausgebreiteten Würze gelangen zahllose Keime in dieselbe und es ist die Gefahr nicht ausgeschlossen, daß sich unter denselben solche befinden, welche der Würze verderblich werden oder wenigstens die Beschaffenheit des Bieres ungünstig beeinflussen

können. Ja wenn zunächst auch nur wenige wilde Hefezellen in die Würze gelangen, so können dieselben bei wiederholtem Gebrauche der einmal verunreinigten Stellhefe doch derart überhandnehmen, daß man mindestens genötigt ist, die Hefe vor der Zeit zu verwerfen, wenn nicht Schlimmeres eintritt.

Wenn wir nun auch die Berechtigung jener Bestrebungen zur Beseitigung des Kühlschiffes voll und ganz anerkennen und die Einführung geschlossener Kühlapparate unumwunden als einen Fortschritt im Brauereibetriebe begrüßen, so dürfen wir doch andererseits dem Kühlschiffe nicht so ohne weiteres das Urteil sprechen. Dieses verbieten uns die langjährigen Erfahrungen, die man mit dem Kühlschiffe gemacht. Mögen da und dort Störungen im Brauereibetriebe, deren Natur man früher nicht zu erkennen vermochte, auf Infektionen auf dem Kühlschiff zurückzuführen sein, so haben doch unstreitig zahlreiche Brauereien mit Anwendung des Kühlschiffs jahrelang ohne Anstand gearbeitet. Es möge gestattet sein, hier nur an die Münchener Brauereien zu erinnern, in welchen heute noch allgemein das Kühlschiff in Gebrauch ist. Daß die Gefahr der Infektion in der That nicht so sehr groß ist, wie man glauben könnte und wie vielfach behauptet wird, liegt eben in der Beschaffenheit der gehopften Bierwürze, in welcher sich von den Millionen Keimen, die auf der Kühle ins Bier gelangen, nur wenige entwickeln können, oder wenn man will in dem Umstande, daß die in der Würze entwickelungsfähigen Keime in der Luft nicht so zahlreich vorhanden sind. Bei thatsächlichen Infektionen auf dem Kühlschiffe ist es nebenbei bemerkt nicht einmal nötig, daß die Keime frisch aus der Luft zugeführt werden, dieselben können beispielsweise von Bakteriennestern herstammen, welche im Bierstein ihren Sitz haben. Kurz, wir glauben nicht fehl zu gehen in der Annahme, daß namentlich in kleineren Betrieben, welche während der heißen Jahreszeit die Arbeit einstellen, das alte Kühlschiff als ein billiger und zweckentsprechender Apparat noch lange seinen Platz behaupten wird.

Ueber die Apparate, welche im Anschluß an die Arbeit mit reiner Hefe zum Ersatze des Kühlschiffs bestimmt sind, s. Abschnitt Hefereinzucht.

Die Bierwürze. Die Konzentration der Bierwürze ermittelt man in der Praxis auf aräometrischem Wege und zwar hat sich in Deutschland und Oesterreich-Ungarn in der gesamten Gärungsindustrie das Ballingsche Saccharometer eingebürgert (s. S. 141). Die Skala desselben giebt an, wieviel 100 Gewichtsteile einer Rohrzuckerlösung bei 14° R. an festem Rohrzucker enthalten. Während ältere Untersuchungen bargethan haben, daß die Beziehungen des spezifischen Gewichtes zum Trockensubstanzgehalte bei Rohrzuckerlösungen und Bierwürzen nahezu die gleichen sind, daß also das Ballingsche Saccharometer auch in Bierwürzen den Trockensubstanz(Extrakt)gehalt sehr annähernd richtig angiebt, haben neuere Arbeiten darauf hingewiesen, daß für exakte Untersuchungen die Abweichungen in den Angaben des Ballingschen Saccharometers (bezw. der Ballingschen Extrakttabelle) von der Wirklichkeit nicht ohne Belang sind. Für die Praxis jedoch sind die Angaben des Ballingschen Saccharometers hinreichend genau, und es wäre gewiß verfehlt, wollte man an dessen Stelle die Einführung eines neuen, auf der schwankenden Grundlage direkter Extraktbestimmungen konstruierten Saccharometers anstreben.

Wir erfahren also beim Gebrauche des Ballingschen Saccharometers, wie viel Gewichtsteile Extrakt (Trockensubstanz) in 100 Gewichtsteilen einer Würze

von 14 ° R enthalten sind. Selbstverständlich hat man hier, wie bei allen aräometrischen Messungen, die Temperatur der zu prüfenden Würze zu berücksichtigen, und wenn dieselbe von der Normaltemperatur (14 ° R = 17,5 ° C) abweicht, eine entsprechende Korrektur vorzunehmen. Die in der Praxis üblichen Instrumente haben denn auch stets im Senkkörper ein Thermometer, auf dessen Skala die vorzunehmenden Korrekturen verzeichnet sind.

Was nun die Konzentration verschiedener Bierwürzen betrifft, so beträgt dieselbe durchschnittlich bei

leichten (Abzug-) Bieren . . .	9—10	pCt. Balling.
Schänk- (Winter-) Bieren . .	12—13	" "
Lager- (Sommer-) Bieren . .	13—14,5	" "
Bock-, Salvator-, Doppelbieren	15—20	" "
Tafelbieren	25	" "

Der Extrakt der (gehopften) Bierwürze setzt sich zusammen aus Dextrin, Maltose, Isomaltose, Rohrzucker, Invertzucker, Dextrose, Gummikörpern, Röststoffen (Karamel u. dergl.), stickstoffhaltigen Körpern (Eiweißstoffe, Amide, Asparagin, Cholin), löslichen Hopfenbestandteilen (Bitterstoffe, Gerbstoffe u. a.) und Mineralstoffen.

In überwiegender Menge sind im Würzeextrakt Maltose und Dextrin vorhanden, nämlich 50—60 pCt. Maltose (und Isomaltose) und 15—25 pCt. Dextrin.

Berechnung der Extraktausbeute aus dem Malze. Für einen rationellen Betrieb ist es nötig, zu ermitteln, wieviel Extrakt von 100 Gewichtsteilen Malz geliefert wurden. Zu dem Behufe muß man das Gewicht des in Arbeit genommenen Malzes, ferner die Menge und Grädigkeit der erzielten Würze kennen.

Ueber die annähernde Berechnung der Malzausbeute in der Praxis machte Prof. Holzner Mitteilungen (Zeitschrift für das gesamte Brauwesen 1885, S. 25), denen wir folgendes entnehmen:

Am einfachsten gestaltet sich die Berechnung, wenn man die Menge der aus einem bekannten Gewichte Malz gewonnenen Würze in den Gärbottichen messen kann. Die Menge der Würze drückt man in Litern aus. Mittels der Saccharometeranzeige und des derselben entsprechenden spezifischen Gewichtes berechnet man, wieviel 1 Liter Würze Extrakt enthält, ausgedrückt in Kilogrammen.

Es sei z. B. die Saccharometeranzeige e = 13 (Ball.), so ist das zugehörige spezifische Gewicht 1,0530, d. h. wenn 100 kg Würze 13 kg Extrakt enthalten, so wiegt 1 Liter 1,0530 kg. Man hat also 100 : 13 = 1,0530 : E, E = 0,1369 kg in 1 Liter Würze.*)

Es sollen nun beispielsweise von 15 Zentner 60 Pfund Malz 3875 Liter Würze von 14 ° R mit einer Saccharometeranzeige von 13 pCt. Balling erhalten worden sein, so enthält diese Menge 3875 × 0,1369 = 530,4875 kg Extrakt. Diese Extraktmenge stammt von 1560 Pfund = 780 kg Malz; demnach liefert 1 kg Malz an

*) Allgemein $E = \frac{e \cdot S}{100}$. Die Produkte e S sind in Holzners Attenuationslehre Tab. VII. Spalte III enthalten. S = spez. Gewicht entsprechend der Saccharometeranzeige e.

Extrakt $\frac{530,4875}{780} = 0,68$ und 100 kg Malz = 68 kg Extrakt. Es ergab sich daher eine Extraktausbeute von 68 pCt.

Wenn die Menge der Würze nicht bei der (Normal-) Temperatur von 14° R, sondern bei 5° R gemessen wird, so muß man die erhaltene Literzahl um $^{1}/_{60}$ vergrößern.

Statt in den Gärbottichen kann die Menge der Würze auch in der Pfanne heiß gemessen werden. In diesem Falle muß man von der gemessenen Litermenge $^{1}/_{20}$ abziehen.

Ferner ist noch die im Hopfen- und Kühlgeläger zurückbleibende Würzemenge zu berücksichtigen und entsprechend in Abzug zu bringen. Hopfen- und Kühlgeläger sind je nach der Menge des verwendeten Hopfens und Malzes verschieden groß. Sie jedesmal zu messen, ist unmöglich. Man muß daher eine Durchschnittszahl annehmen. Als solche hat A. Steinecker $^{1}/_{15}$ der Anzahl Liter oder $^{2}/_{15}$ der Kilogramm des verbrauten Malzes angenommen.

Beispiel: 1110 kg Malz lieferten 6440 Liter Würze in der Pfanne heiß gemessen von 12 pCt. Balling (bei 14° R).

Die Ausbeute berechnet sich nun folgendermaßen:

$$6440 \text{ Liter heiße Würze} = 6440 - \frac{6440}{20} = 6118 \text{ Liter bei } 14^{\circ} \text{ R.}$$

$$1110 \text{ kg Malz geben} = 1110 \times \frac{2}{15} = 148 \text{ „ Geläger.}$$

Rest = 5970 Liter.

$$1 \text{ Liter Würze} = \frac{12 \times 1 \cdot 0488}{100} = 0,126 \text{ kg. Extrakt.}$$

$$5970 \text{ Liter} = 5970 \times 0,126 = 752,220 \text{ kg Extrakt.}$$

$$1 \text{ Kilo Malz} = \frac{752,220}{1110} = 0,678.$$

$$100 \text{ Kilo Malz} = 100 \times 0,678 = 67,8 \text{ pCt. Ausbeute.}$$

In Bayern wird das Malz gemessen, nicht gewogen. Da das Hektolitergewicht nicht bei allen Malzsorten gleich ist, muß man hierfür eine Durchschnittszahl nehmen, für welche Holzner 51·3 wählt, also für 1 Liter = 0,513 kg. Ein genaueres Resultat wird natürlich erhalten, wenn das Hektolitergewicht des Malzes bestimmt und daraus das Gesamtgewicht des verwendeten Malzes in Kilogramm berechnet wird.

Die Gärung.

Durch die Gärung erlangt die Bierwürze den Charakter des Bieres, indem an Stelle des vergärbaren Zuckers Alkohol und Kohlensäure treten und eine Reihe anderer Veränderungen vor sich gehen, die wir zur Zeit chemisch zu definieren nicht im Stande sind, die sich aber im Geschmacke des konsumreifen Bieres deutlich zu erkennen geben.

Vermöge ihrer Zusammensetzung stellt die Bierwürze einen trefflichen Nährboden für die Entwickelung der Hefepilze dar. So kommt denn auch die Gärung in der Würze ohne Zusatz von Hefe lediglich durch die zufällig in dieselbe geraten-

den Keime leicht zu Stande. Von dieser sogenannten Selbstgärung der Bierwürze macht man jedoch nur in Belgien Gebrauch. In Deutschland und Oesterreich und in den übrigen Bier erzeugenden Ländern setzt man der auf die erforderliche Gärtemperatur abgekühlten Würze Hefe zu.

Man unterscheidet in der Bierbrauerei zwei Arten von Gärung:

1. die Untergärung, welche bei einer Temperatur von 4—8° R verläuft, wobei sich die Hefe, die Unterhefe, auf dem Boden des Gärbottichs absetzt;
2. die Obergärung, bei einer Temperatur von 10—15° R verlaufend, bei welcher die Oberhefe sich größtenteils an der Oberfläche der gärenden Würze im Schaume abscheidet.

Die Menge des auf dem Wege der Untergärung erzeugten Bieres überwiegt in Deutschland und Oesterreich bei weitem die des obergärigen.

Man bedient sich der Untergärung bei uns hauptsächlich zur Herstellung haltbarer und transportfähiger Faßbiere, während die durch Obergärung erzeugten Flaschenbiere zwar rasch in den Konsum gebracht werden können, aber auch viel weniger haltbar sind.

In England dagegen werden durch hohen Extrakt- und Alkoholgehalt ausgezeichnete, sehr haltbare obergärige Biere bereitet.

Nachdem in Deutschland die Untergärung eine bei weitem wichtigere Rolle spielt, als die Obergärung, welche nur eine gewisse lokale Bedeutung für die Bereitung des Münchener, Kehlheimer, Berliner Weißbier u. a. besitzt, so soll die erstere vorzugsweise behandelt werden.

Die Untergärung.

Man unterscheidet bei der Untergärung zwei Perioden: die Hauptgärung und die Nachgärung.

Während der Hauptgärung wird die größte Menge des Zuckers, und zwar die Maltose so gut wie vollständig vergoren. Sie verläuft bei 4—8° R und ist in 8—10 Tagen, bei besonders kalter Gärung in 14 Tagen vollendet. Nach der Hauptgärung ist das Bier noch keineswegs konsumreif. Hierzu ist noch die Nachgärung oder Lagergärung erforderlich, bei welcher noch ein Teil der vorhandenen Isomaltose vergärt, wobei aber die Hefe sich absetzt, das Bier sich klärt und mit Kohlensäure sättigt. Je nach der Beschaffenheit des zu erzeugenden Bieres dauert die Lagergärung drei Wochen bis drei Monate und länger. Die Temperatur während der Lagergärung muß eine wesentlich niedrigere sein, als bei der Hauptgärung, und zwar um so niedriger, je länger das Bier lagern soll. In gut eingerichteten Lagerbierbrauereien geht man bis $^1/_2$° R herunter. Es geschieht das einerseits, um die Gärung möglichst in die Länge zu ziehen, andererseits, um die Kohlensäureabsorption im Biere zu unterstützen.

Während die Hauptgärung in offenen Bottichen verläuft, wird das Bier zum Zwecke der Nachgärung in Fässer gebracht, wobei das Spundloch zunächst allerdings offen bleibt.

Für die Hauptgärung, wie für die Nachgärung sind in der Brauerei besondere Räume vorhanden: der Gärkeller und der Lagerkeller. Die niedrige

Temperatur, welche in beiden herrschen muß, erreicht man durch künstliche Kühlung, sei es durch die Unterbringung von Eis oder mittels eines Kühlröhrensystems, das durch die Eismaschine mit Kühlwasser von entsprechender Temperatur versorgt wird.

Die Hauptgärung. Für die Hauptgärung bedient man sich meist runder oder ovaler hölzerner Bottiche von 20—35 hl Inhalt.

Sobald die hinreichend (auf 4° R) gekühlte Würze sich im Gärbottich befindet, wird ihr die zur Gärung erforderliche Hefe zugesetzt.

Im allgemeinen giebt man auf 1 hl Würze 0,4—0,6 Liter dickbreiiger Hefe. Die Hefe soll rein, d. h. frei von Bakterien und wilden Hefen und frisch sein. Als empirische Merkmale einer guten Hefe gelten dem Brauer die Farbe, welche hell, der Geruch, welcher rein und angenehm sein soll, und die Art, wie die Hefe unter Wasser sich absetzt. Er betrachtet es als ein gutes Zeichen, wenn sie sich recht dicht absetzt, dick (kurz) erscheint.

Das Zusetzen der Hefe heißt Anstellen, Stellen, Hefe-, Zeug- oder Satz-Geben.

Das Anstellen wird auf zweierlei Art vorgenommen, die man als Trocken- und Naßgeben unterscheidet.

Beim „Trockengeben" bringt man das zum Anstellen eines Bottichs erforderliche Hefequantum ganz oder zum Teil in ein 16 bis 18 Liter fassendes Gefäß, das Zeugschäffel, welches bis zur Hälfte mit Würze angefüllt ist. Nachdem die Hefe mit der Würze mittels des Zeugbesens innig gemischt ist, beginnt man mit dem sogenannten „Aufziehen". Dieses besteht darin, daß der Inhalt des Zeugschäffels in ein zweites, gleich großes Schäffel ausgegossen wird, aus diesem wieder zurück und so fort, bis die schäumig gewordene Masse beide Gefäße füllt. Diese Operation bewirkt nicht nur eine gleichmäßige Verteilung der Hefe in der Würze, sondern auch eine intensive Lüftung derselben, welche, wie bekannt, dem Wachstum der Hefe förderlich ist. Der Inhalt der beiden Zeugschäffel wird darauf der im Gärbottich befindlichen Würze zugesetzt und mit dieser innig vermischt.

Neuerdings sind zum Aufziehen und Lüften der Hefe verschiedene Apparate eingeführt worden.

Das „Naßgeben" entspricht ganz dem in der Spiritusfabrikation geübten Vorstellen der Hefe. Dasselbe wird angewendet, wenn man glaubt, die Hefe vor dem Zusatz zur Hauptmenge der Würze kräftigen zu müssen, oder wenn das zur Verfügung stehende Hefequantum zu gering erscheint. Zum Zwecke des „Naßgebens" werden ein oder mehrere Hektoliter Würze mit einer Temperatur von 10 bis 15° R in einem besonderen kleineren Bottich angestellt und stehen gelassen, bis sich die Anzeichen einer kräftigen Gärung zeigen. In diesem Stadium wird die bereits gärende Würze mit der Hauptmenge der im Bottich befindlichen, auf die Gärtemperatur abgekühlten gemischt (aufgezogen). Durch das Naßgeben wird also das ursprüngliche Hefequantum beträchtlich vermehrt und die anzustellende Würze kommt mit junger, kräftiger Hefe in Berührung.

Ein ähnlicher Vorgang ist das sogenannte „Darauflassen", welches darin besteht, daß man zu einem mit gärender Würze nur zum Teil angefüllten Bottich frische Würze hinzufügt.

Nach dem Anstellen wird die Konzentration der Würze und die

Temperatur derselben an der Bottichwand mit Kreide notiert. Diese Angaben werden nun auch während der ganzen Dauer der Hauptgärung täglich erneuert.

Gewöhnlich führt man die Gärung 8—10 Tage. Während dieser Zeit wird die Maltose in Kohlensäure und Alkohol übergeführt, bei einer normalen Zusammensetzung der Würze etwa 50 pCt. des Extraktes.

Während der Hauptgärung machen sich nun eine Reihe äußerlicher Erscheinungen bemerkbar, nach welchen der Praktiker den Verlauf der Gärung zu beurteilen pflegt.

Die ersten Anzeichen der Gärung geben sich nach etwa 12—20 Stunden durch eine zarte, weiße Schaumdecke zu erkennen, welche die entweichende Kohlensäure auf der Oberfläche der Würze hervorruft — das Bier macht weiß, es ist angekommen.

Die zweite Periode ist die der niedern Kräusen. Wieder nach etwa 24 Stunden zeigt sich am Rande des Bottichs ein erhabener Schaumkranz, der sich immer mehr vom Rande wegschiebt, man sagt das „Bier bricht auf“ oder es „schiebt herein“. Der sich bildende Schaum nimmt ein eigentümlich zerklüftetes, zackiges, gekräuseltes Aussehen an, das man als „Kräusenbildung“ bezeichnet. So lange dieselbe noch nicht den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreicht hat, spricht man von niederen Kräusen.

Die Periode der niederen Kräusen dauert 2—3 Tage. Die Vergärung schreitet während derselben ziemlich gleichmäßig fort und beträgt etwa 0,5—0,8 pCt. am Saccharometer.

Mit fortschreitender Gärung, den Höhepunkt derselben kennzeichnend, türmen sich die Schaummassen immer mächtiger auf, den Bottichrand überragend. Das ist die Periode der „hohen Kräusen, in welcher die am Saccharometer abgelesene Vergärung 1 pCt. und darüber beträgt.

Mit der Periode der „zurückgehenden Kräusen“ nähert sich die Hauptgärung ihrem Ende. Die Kräusen verschwinden schließlich ganz und lassen eine schmutzigbraune Decke zurück, welche aus Eiweißstoffen, Hopfenharz, Hefezellen u. dgl. besteht. Diese bräunliche, schmierige Masse hat einen intensiv bitteren, eben von dem Hopfenharz herrührenden Geschmack und eine gewisse Klebrigkeit. Die Abscheidung dieses Harzes und die Bildung dieser Decke, welche beseitigt wird, ehe das Bier zur Nachgärung gebracht wird, ist sehr wichtig. Würde das Harz im Bier verbleiben, so würde dasselbe einen ganz unleiblich bitteren Geschmack erhalten.

Während der Gärung steigt die Temperatur der gärenden Würze. Da dieselbe nun erfahrungsgemäß 8° R nicht übersteigen soll, so verhindert man eine stärkere Erwärmung durch eine künstliche Kühlung der Würze, sei es durch das Einsetzen zylindrischer Gefäße, welche mit Eis beschickt werden, sogenannter Eisschwimmer, oder durch Anwendung von Kühltaschen, in welchen Eiswasser zirkuliert. Letzteres ist nur in größeren Betrieben durchführbar, welche über eine Eismaschine verfügen.

Die Hauptgärung ist beendet, wenn innerhalb 24 Stunden die Saccharometeranzeige bei Schenkbieren höchstens um 0,2 pCt., bei Lagerbieren um 0,05—0,1 pCt. abnimmt.

Mit abnehmender Gärung setzt sich die Hefe immer mehr zu Boden, das Bier wird klarer, jedoch nicht völlig klar. Etwas Hefe bleibt immer noch im Biere schwebend, und dieses ist nötig für die Durchführung der Nachgärung.

Außer nach der Saccharometeranzeige beurteilt der Brauer das Ende der Hauptgärung nach dem Aussehen der vergorenen Würze im Aussatzgläschen. Letzteres ist ein kleines, etwa 50 cc fassendes, zylindrisches Glasgefäß, welches man aus dem Gärbottich mit Würze füllt. Man beobachtet das Aussehen der letzteren, indem man das Gläschen vor ein Licht hält. Dabei soll das Bier glänzend erscheinen und die noch herumschwimmenden Hefeklümpchen sollen sich in deutlichen Umrissen abheben. Wenn darauf das Gläschen mit der Würze ruhig stehen bleibt, sollen sich die Hefeteilchen rasch und fest absetzen.

Nach Beendigung der Hauptgärung heißt die vergorene Würze Jungbier oder grünes Bier. Dasselbe ist nun „reif zum Fassen", fässig, d. h. es kann nunmehr auf Fässer abgezogen werden, in welchen die Nachgärung verläuft.

Das Fassen des Bieres und die Gewinnung der Samenhefe. Soll das Bier gefaßt — vom Gärbottich auf die Lagerfässer gebracht werden, so entfernt man zunächst die auf der Oberfläche schwimmende, dünne, braune Decke mittels eines durchlöcherten, flachen Löffels aus Weiß- oder Kupferblech. Darauf zieht man das Bier durch die in der Seitenwand des Bottichs befindliche Spundöffnung ab, indem man mit dem Abzapfhahn den dieselbe verschließenden Zapfen oder Kork durchschlägt.

Das Jungbier wird nun entweder direkt vom Bottich in die Lagerfässer gepumpt oder geschlaucht, oder in ein im Boden des Gärkellers angebrachtes kupfernes Sammelgefäß abgelassen, um bei großer Entfernung des Lagerkellers zunächst auf Fuhrfässer gepumpt zu werden, welche zum Transport des Bieres nach dem Lagerkeller dienen. Zum Fortleiten des Bieres verwendet man gegenwärtig fast ausschließlich Gummischläuche, welche natürlich entsprechend reinzuhalten sind. Ist das Bier bis nahe auf die Hefe abgezogen, so schließt man den Hahn, entfernt vorsichtig den im Boden des Bottichs befindlichen Spund, nachdem man eine kleine Wanne unter die Oeffnung geschoben, und gewinnt so noch den über der Hefe stehenden Rest.

Die auf dem Boden des Gärbottichs befindliche Hefe besteht aus drei Schichten. Die oberste dünne Schicht ist durch Hopfenharz u. dgl. dunkelgefärbt und stark verunreinigt. Sie wird mittels einer kleinen Krücke oder flachen Stielschaufel nach der Bodenöffnung geschoben, in einer Zeugwanne aufgefangen und beseitigt. Die mittlere, hellere Schicht stellt die eigentliche Samenhefe oder den Zeug dar; sie wird in einer sorgfältig gereinigten Zeugwanne aufgefangen und dient zum ferneren Anstellen. Die dritte, untere Schicht, der Nachzeug, ist wieder dunkel und unrein, und wird wie die oberste aus dem Betriebe entfernt, sei es, daß die Hefe an Spiritusbrennereien verkauft wird, oder nach entsprechender Reinigung als Bäckerhefe Verwendung findet.

Die Samenhefe wird in der Zeugwanne mit eiskaltem Wasser übergossen, in demselben verteilt und durch ein Haarsieb getrieben. Darauf läßt man ihr Zeit, sich abzusetzen, entfernt das überstehende Wasser, rührt sie ein zweites mal mit Wasser durch, läßt auch dieses ablaufen, und bewahrt die auf diese Weise zweimal abgewässerte Hefe unter Wasser auf, in welches man einen flachen Eisschwimmer

oder auch direkt Eisstücke einsetzt. Letzteres ist indessen nur zulässig, wenn man über reines Eis verfügt.

Die Nachgärung. Die Nachgärung hat, wie bereits erwähnt, den Zweck, dem Biere die Konsumreife zu geben. Während der Nachgärung muß die Temperatur möglichst niedrig gehalten werden, und zwar um so niedriger, je länger das Bier lagern soll. Durch die niedrige Temperatur erreicht man, daß die Hefe bei der äußerst langsam verlaufenden Gärung sich vollkommen absetzen kann, daß das Bier reichlich Kohlensäure aufnimmt, und vorhandene fremde Gärungsorganismen sich nicht entwickeln und das Bier gefährden können. In Lagerkellern von zu hoher Temperatur wird das Bier durch Entwicklung von Essigsäureferment leicht sauer. In vielen, namentlich kleineren Brauereien, welche während der heißen Jahreszeit den Betrieb aussetzen, werden zweierlei Biere hergestellt, das Schenkbier, mit einer verhältnismäßig kurzen Lagerzeit, und das Lagerbier oder Sommerbier, welches zu einer Zeit dem Konsum übergeben wird, wo der übrige Betrieb stillsteht, und so lange, bis wieder neues Bier zur Verfügung steht. Solches Bier kann unter Umständen 6 bis 8 Monate lagern. Weit günstiger gestalten sich natürlich die Verhältnisse bei einem kontinuierlichen Betriebe, wie ihn die mit einer Eismaschine ausgestatteten Brauereien führen können, welche nur so lange die Arbeit einstellen, als zu Ausbesserungen im Sudhause u. dgl. nötig ist. Diese Brauereien sind in der Lage, jahraus, jahrein ein gleichmäßiges Lagerbier mit der günstigsten, etwa dreimonatlichen Lagerzeit zu erzeugen.

Je nachdem nun das Jungbier von einem Schenk- oder Lagerbiersud stammt, ist die Behandlung bei der Nachgärung eine etwas verschiedene. Schon beim Fassen des Bieres hat man darauf Rücksicht zu nehmen, indem das Schenkbier mehr „grün", das Lagerbier mehr „lauter" gefaßt wird. Die Bezeichnungen „grün" und „lauter" beziehen sich auf das durch die suspendierten Hefeklümpchen bedingte Aussehen des Bieres. Sind letztere relativ zahlreich vorhanden, so nennt man das Bier „grün". In einem solchen Biere verläuft die Nachgärung rascher, als in einem „lauter" gefaßten, in welchem weniger Hefezellen vorhanden sind. Die richtigen Verhältnisse hier zu treffen, ist Sache der praktischen Erfahrung.

Die Behandlung des Schenkbieres. Das Jungbier kommt meist auf kleinere Fässer je nach dem Umfange des Betriebes. In ganz kleinen Brauereien trifft man Fässer von 1—10 hl, in größeren meist solche von 12—20 hl. Je kleiner die Fässer sind, und je „grüner" gefaßt wurde, desto rascher wird das Bier reif, und gelangt nicht selten schon nach 14 Tagen in den Konsum. Der Schänkkeller, in welchen das Bier lagert, soll möglichst gleichmäßig eine Temperatur von 2—4° R besitzen.

Wo es angeht, wo nicht zu geringe Quantitäten von Jungbier zur Verfügung stehen, verteilt man, wie beim Lagerbier, mehrere Sude auf eine größere Anzahl Fässer, indem man anstatt ein Lagerfaß von einem Sude ganz anzufüllen, mehrere Fässer nur zum Teil anfüllt, und dieselben allmählich, aber längstens in 8—14 Tagen durch Jungbier von den folgenden Suden spundvoll macht. Hierbei hat man dafür zu sorgen, daß stets gleichviel Bier mit möglichst gleichviel Hefe in jedes Faß gebracht wird.

Nach dem jedesmaligen Einfüllen der Fässer wird sofort der Spund lose aufgesetzt, bis sie völlig gefüllt sind. Durch dieses Verschneiden des Bieres ist man imstande, geraume Zeit hindurch ein Bier von gleichmäßiger Beschaffenheit zu erzeugen.

Auch während der Lagerzeit lassen sich eine Reihe sichtbarer Gärungserscheinungen beobachten. Sind die Fässer vollkommen gefüllt, so wird, je nachdem das Bier grün oder lauter gefaßt wurde, früher oder später am Spundloch ein leichter, weißer Schaum sichtbar — das Bier greift an.

Im weiteren Verlauf der Gärung nimmt die Schaummenge zu und tritt, eine Art Haube bildend, nach Art der niederen Kräusen aus dem Spundloch hervor: Das Bier „käppelt“. Diese Periode der sogenannten beschleunigten Nachgärung dauert 9—24 Tage. Während dieser Zeit wird Isomaltose vergoren und Hopfenharz abgeschieden, welches den anfangs weißen Schaum bräunt. Letzterer nimmt schließlich eine großblasige Beschaffenheit an — das Bier hat ausgekäppelt, es hat verstochen.

Durch den Austritt des Schaumes aus der Spundöffnung beim Käppeln entsteht ein Verlust an Bier, so daß das Faß nicht mehr spundvoll erscheint und im weiteren Verlaufe der Nachgärung die ausgeschiedenen Stoffe nicht mehr nach außen gelangen könnten. Es ist deshalb nötig, nach dem „Käppeln“ mit klarem Biere oder mit reinem Brunnenwasser nachzufüllen oder, wie man sagt, nachzustechen. Man wird nach dem ersten Käppeln meist zweimal nachstechen.

Mit Beendigung der beschleunigten Nachgärung, welche im Zurücksinken der Haube sich zu erkennen giebt, soll das Bier klar und trinkbar sein.

Die Spundöffnung wird nun gründlich gereinigt und mit dem Spunde lose verschlossen.

Es beginnt nun die sogenannte stille Nachgärung, während welcher das Bier in den Konsum gelangt. Von Zeit zu Zeit prüft man seine Beschaffenheit, indem man mittelst eines Hebers eine Probe entnimmt.

Um den Kohlensäuregehalt des Bieres zu erhöhen, wird dasselbe meist, ehe es auf die kleinen Transportfässer für den Konsum abgezogen wird, auf den Lagerfässern gespundet, d. h. es wird die Spundöffnung, aus welcher die Kohlensäure bei der Nachgärung entweichen konnte, fest verschlossen, indem man einen mit Werg oder Hanf gut umwickelten, aus weichem oder hartem Holz gefertigten Spund durch einige kräftige Schläge bis ungefähr ½ seiner Länge in die Oeffnung treibt. Die sich nunmehr entwickelnde Kohlensäure wird vom Biere unter einem gewissen Druck aufgenommen und verleiht demselben den erforderlichen „Trieb“.

Die Dauer des Spundens richtet sich im allgemeinen nach dem Stadium der Nachgärung, in welchem sich das Bier befindet, beziehungsweise nach der vorausgegangenen Lagerzeit; so wird bei einer vorausgegangenen Lagerzeit von acht Tagen ein 3—4tägiges Spunden, nach vierzehn Tagen ein 6—8tägiges, nach einer Lagerzeit von drei bis vier Wochen ein 10—14tägiges Spunden angewendet.

Wird das Spunden zu lange fortgesetzt oder zu frühzeitig vorgenommen, so kann eine übermäßige Ansammlung von Kohlensäure im Biere stattfinden, das Bier ist dann überspundet und wird beim Lüften des Spundes aus der Oeffnung herausgetrieben. Beim Abziehen wird durch die entweichende Kohlensäure das Geläger aufgewirbelt und dadurch das Bier getrübt, so daß man es von neuem zur Klärung liegen lassen muß.

Rascher erreicht man die Klärung — meist schon innerhalb 24 Stunden, — wenn man sich einer Luftpumpe bedient, mittels deren man sofort einen Druck von ungefähr $^1/_3$ Atmosphäre auf das Faß setzt. Das Abziehen des Bieres hat dann gleichfalls unter Druck zu geschehen.

Man kann indessen das Ueberspunden leicht vermeiden, wenn man sich eines Ventilspundes bedient, welcher bei einem bestimmten Drucke der Kohlensäure zu entweichen gestattet.

Das Spänen und Aufkräusen des Bieres. Nicht immer setzt sich die Hefe ohne weiteres Zuthun in der erforderlichen Zeit ab. Häufig genug kommt es vor, daß sich das Bier nicht recht klären will und daß man genötigt ist, zu geeigneten Mitteln zu greifen, um die Klärung herbeizuführen. Man hat nun in der Anwendung von Haselnuß- oder Buchenholzspänen, welche im Lagerfasse mit dem Biere in Berührung gebracht werden, ein solches zweckentsprechendes Mittel. Die Wirkung der Späne kann nur darauf beruhen, daß die Hefezellen, sobald sie einmal die Oberfläche der Späne berührten, festgehalten werden, indem die im Verhältnis zu der Größe der Hefezellen ungemein rauhe Oberfläche wie ein Netz wirkt, in welchem die Zellen sich fangen; unterstützt wird diese Wirkung jedenfalls noch durch die Beschaffenheit des Bieres, welche den Spänen eine gewisse Klebrigkeit verleiht. Es ist nun klar, daß die Späne nur dann klärend wirken können, wenn die Zellen thatsächlich mit denselben in Berührung kommen. Dieses ist aber nur möglich, wenn die Hefezellen durch die Gärung sich in einer gewissen Bewegung befinden. Deshalb müssen die Späne angewendet werden, so lange das Bier sich noch in der beschleunigten Nachgärung befindet, oder man muß, falls dieselbe schon vorüber ist, sie noch einmal hervorrufen. Letzteres geschieht durch das sogenannte Aufkräusen. Dasselbe besteht darin, daß man dem Bier im Lagerfasse gärende Würze vom ersten Stadium der Hauptgärung (niedere Kräusen), also Würze, welche neben junger kräftiger Hefe noch eine entsprechende Menge vergärbaren Zuckers enthält, zusetzt. Ein Teil der Kräusen kann auch vorteilhaft durch Trubwürze ersetzt werden. Die Menge der zuzusetzenden Kräusen richtet sich natürlich wesentlich nach deren Zuckergehalt.

Die Späne werden aus gesundem Haselnuß- oder Buchenholz mit dem sogenannten Reifmesser oder auf einer Hobelmaschine geschnitten. Sie besitzen meist eine Länge von 0,5—0,6 m bei einer Dicke von 2—3 mm und einer Breite, welche deren Einführung durch das Spundloch ohne Schwierigkeit gestattet. Frische Späne würden, ohne weiteres in das Bier gebracht, demselben einen Holzgeschmack verleihen. Um dieses zu verhindern, werden die Späne zuerst mit Sodalauge ausgekocht (1 kg Soda auf 1 hl Wasser), darauf mit reinem Wasser gewaschen bis zum Verschwinden der alkalischen Reaktion und endlich getrocknet. Selbstverständlich müssen gebrauchte Späne vor ihrer Wiederverwendung gleichfalls sorgfältig gereinigt werden.

Die Späne werden meist in die mit Bier gefüllten Fässer gestopft, wobei man darauf zu achten hat, daß sich nicht einer oder der andere vor das Zapfloch legt, da sonst beim Abfüllen das Bier Hefe mitnehmen und trüb laufen würde. Zuweilen werden die Fässer zuerst mit Spänen beschickt und dann das Bier darauf geschlaucht.

Das Spänen wirkt nicht nur klärend auf das Bier, sondern es beschleunigt auch den Eintritt der Reife, sodaß solches Bier weniger lang zu lagern braucht. Auch die Dauer des Spundens ist bei gespäntem Biere abzukürzen.

Die Behandlung des Lagerbieres. Zur Bereitung von Lagerbier werden die besten Materialien verwendet und der Würze eine Konzentration von 13,5 bis 14,5 pCt. Balling gegeben. Das Fassen des Bieres geschieht mehr lauter als beim Schänkbier und zwar um so mehr, je länger das Bier zu lagern hat. Der Lagerkeller, welcher eine Temperatur von 0 bis höchstens 3° R besitzen soll, ist in mehrere Abteilungen eingeteilt, welche Bier für je eine bestimmte Periode des Konsums aufnehmen. Das Jungbier kommt zur Nachgärung stets auf große Fässer von 20 bis 40 hl Inhalt. Um die Nachgärung möglichst in die Länge zu ziehen, findet die bei der Behandlung des Schänkbieres angedeutete Verteilung mehrerer Sude auf eine größere Anzahl Fässer in ausgedehntem Maße statt und dauert es oft 3—4 Monate, bis die Fässer gefüllt sind. Man macht die Fässer spundvoll.

Wie beim Schänkbier, so treten auch bei der Nachgärung des Lagerbieres die bereits geschilderten äußeren Erscheinungen auf. Das Lagerbier läßt man indessen meist nur einmal käppeln, worauf man nach Beendigung der beschleunigten Gärung die Spundöffnung lose verschließt. Das Bier bleibt nun bis zum Zeitpunkte des Spundens sich selbst überlassen. Man hat jedoch zeitweise Proben zu entnehmen, um die Beschaffenheit des Bieres zu beobachten.

Die Dauer des Spundens beträgt bei Lagerbieren mit dreimonatlicher Lagerzeit etwa 14 Tage, bei längerer Lagerzeit selbst mehrere Wochen.

In sehr kalten Lagerkellern (0—½° R) kann das Spunden ganz und gar unterbleiben, da bei der niedrigen Temperatur und einer entsprechend langsam verlaufenden Nachgärung das Bier hinlänglich Kohlensäure aufnehmen kann.

Auch beim Lagerbier kann gegebenen Falles das Spänen angewendet werden, nur hat man darauf zu achten, daß dasselbe zur rechten Zeit vorgenommen wird. Unzulässig ist es, die Fässer gleich nach dem Vollwerden zu spänen. Es geschieht dieses vielmehr zweckmäßig 3—4 Wochen vor dem Spunden.

Das Abziehen des Bieres. Hat das Bier, sei es nun Schänk- oder Lagerbier, die gewünschte Reife erlangt, d. h. ist es klar, mussierend und wohlschmeckend und soll es dem Verkehr übergeben werden, so wird es auf kleine Transportfässer abgezogen. Dieses Abziehen erfordert Vorsicht und Geschick. Man verfährt meist in der Weise, daß man, falls das Faß gespundet ist, den Spund vorsichtig lüftet und ihn wieder mehr oder weniger fest aufsetzt, darauf führt man durch die Abzapföffnung, nachdem man den Zapfen rasch weggenommen, oder wenn ein Kork als Verschluß gedient, indem man denselben in das Faß treibt, den Abfüllhahn ein, dessen Wechsel etwas geöffnet sein muß, um zu verhüten, daß Luft in das Bier gepreßt und dadurch das Geläger aufgewirbelt werde. Das beim Anzapfen austretende Bier wird in einem Schäffel aufgefangen.

Um die Schaumbildung beim Abziehen thunlichst zu vermeiden, bedient man sich eines entsprechend langen Schlauches (Darm-, Gummi- oder Lederschlauches), welcher an dem Abzapfhahn befestigt, bis auf den Boden des Transportfäßchens reicht und so ein ruhiges Abfüllen ohne nennenswerten Kohlensäureverlust gestattet. Sobald das Bier nur mehr schwach läuft und Luft in das Faß eindringt (einzieht),

wird der Abzapfhahn geschlossen und der Rest des Bieres durch vorsichtiges Heben des Fasses mittels einer rückwärts untergesetzten Winde oder mit Anwendung eines Lagerfaßhebers gewonnen.

Die Transportfäßchen werden vollkommen angefüllt und mit einem dichten Spund fest verschlossen.

In den Lagerfässern bleibt nach dem Abziehen ein wesentlich aus Hefe bestehender und mit Bier durchtränkter Bodensatz zurück, das Geläger.

Dieses kann mit anderen Abfällen zur Gewinnung von Spiritus verwertet werden. Bei größeren Mengen Geläger bedient man sich auch des Filtrierapparates zur Trennung des Bieres von der Hefe und macht das so gewonnene Bier durch Spänen und Aufkräusen zum Konsum tauglich.

Um beim Abziehen den Verlust an Kohlensäure zu vermindern, wendet man in neuerer Zeit eigene Luftdruck-Abfüllapparate an. Mittels dieser Apparate kann das Abziehen unter erhöhtem Drucke vorgenommen werden, wodurch das Entweichen von Kohlensäure verhindert wird. In guten Lagerkellern sind nach Thausing solche Apparate jedoch überflüssig.

Die entleerten Lagerfässer sollen sofort nach dem Gebrauche gereinigt werden Wenn dieses nicht angeht, werden sie eingeschwefelt und mit einem Spunde verschlossen.

Der Gärkeller (Fig. 213) ist am besten unter dem Kühlhause oder in dessen Nähe angelegt, so daß die Würze leicht in die Gärbottiche geleitet werden kann und zwar mindestens 1½ m tief in der Erde, so daß er von den äußeren Temperaturverhältnissen möglichst unabhängig ist. Man hat allerdings auch oberirdische Gärkeller; allein dieselben werden dann meist nur in der kälteren Jahreszeit gebraucht und werden zudem durch ihre bauliche Anlage gegen äußere Temperatureinflüsse möglichst geschützt.

Der Gärkellerraum ist zweckmäßig gewölbt. Die Höhe beträgt vom Fußboden bis zum Schlusse des Gewölbes etwa 4 m.

Der Ventilation, welche bei den großen Mengen von den Gärungen herrührender Kohlensäure, eine wichtige Rolle spielt, dienen außer einer entsprechenden Anzahl gut schließender und mit Läden versehener Fenster Kanäle, welche in den Umfassungsmauern angebracht sind und von der Nähe des Fußbodens ausgehen, ferner solche, welche vom Schlusse des Gewölbes aus ins Freie führen. Der erforderliche Luftzug wird erreicht durch einsaugend wirkende Schornsteinbekrönung auf den Abzugskanälen oder bei Windstille durch Abbrennen von Hobelspänen und dadurch bedingte Erwärmung der Luft in denselben.

Die Reinlichkeit ist, wie überall im Brauereibetriebe, so namentlich im Gärkeller von größter Bedeutung. Zu deren Aufrechterhaltung müssen daher hier alle Bedingungen vorhanden sein. Hierbei kommen in erster Linie in Betracht die Beschaffenheit des Fußbodens und der Wände, eine genügende Zuleitung von frischem Wasser und die Beseitigung des Schmutz- und Waschwassers.

Der Fußboden aus Steinplatten, Asphalt, Zement oder Zementplatten u. dgl. hergestellt, muß dicht und glatt sein und dem Schmutzwasser einen raschen Abfluß gestatten. Zu letzterem Zwecke erhält der Fußboden eine schwache Neigung nach einem Kanal oder einer Rinne, welche das Spülwasser nach außen führt. Um zu verhindern, daß warme und übelriechende Luft durch den Kanal in den Keller ein-

bringt, bringt man einen Syphon an. Höchst verwerflich ist es, wie man das in alten und kleineren Brauereien so häufig findet, im Gärraume selbst eine Senkgrube zur Aufnahme des Abwassers anzulegen.

Die Wände erhalten Zement- oder wenigstens einen guten Mörtelverputz, der mit Kalk gestrichen ist. Sehr schön und zweckmäßig, freilich etwas kostspielig, ist der Anstrich mit Emailfarbe.

Außer der Wasserleitung, welche das zur Reinhaltung des Kellers und der in demselben befindlichen Gefäße liefert, sind vorhanden eine Würze- und eine Jungbierleitung, die eine zum Transport der Würze vom Kühlapparat in die Gärbottiche, die letztere zur Beförderung des Jungbieres in den Lagerkeller. Die Leitungen bestehen am zweckmäßigsten aus verzinnten Kupferröhren.

In Brauereien, welche mit einer Kältemaschine ausgestattet sind, findet sich außerdem an der Decke des Gärkellers ein System von Kühlröhren.

Die Gärbottiche werden aus Lerchen- oder besser Eichenholz oder auch aus Fichtenholz gefertigt. Sie haben die Form eines abgestutzten Kegels, sind offen und mehr tief als flach. Jeder Bottich hat zwei Oeffnungen: eine in der Wandung, etwa 0,15 m über dem Boden zum Ablassen des Jungbieres, die andere im Boden zur Entleerung der Hefe.

Erstere wird von innen durch einen Kork oder Zapfen verschlossen oder auch durch ein Schraubenverschlußstück, zu welchem ein passender Hahn gehört, letztere durch einen Zapfen mit einem über den Rand des Bottichs reichenden Stiel.

Die Größe der Bottiche schwankt je nach dem Umfange des Betriebes zwischen 18 u. 40 hl Fassungsraum. Jedoch dürfte ein Inhalt von ungefähr 25—30 hl am zweckentsprechendsten sein. In größeren Bottichen steigt leicht die Temperatur während der Gärung zu hoch.

Neue Bottiche müssen, ehe sie in Gebrauch genommen werden, sorgfältig ausgebrüht oder besser ausgedämpft werden. Zur leichteren Reinhaltung werden die Bottiche innen mit einem dauerhaften Lacküberzug versehen oder paraffiniert, d. h. es wird das poröse Holz mit heißem Paraffin getränkt.

Gärbottiche aus Eisen, Zement, Schiefer und Glas haben nur vereinzelt Eingang in die Praxis gefunden.

Die Aufstellung der Gärbottiche hat derart zu geschehen, daß sie selbst und ebenso ihre Umgebung leicht rein zu halten sind. Sie werden deshalb nicht direkt auf den Boden gestellt, sondern auf eine 0,6 m hohe Unterlage, bestehend aus gemauerten und zementierten Pfeilern oder auch aus Granit oder Sandsteinquadern mit darüber gelegten Eisenbahnschienen. Holzbalken, welche man früher fast allgemein hierzu verwendete, sind unzweckmäßig, da sie leicht faulen und Herde für Bakterien abgeben. Um ein möglichst vollkommenes Ablaufen des Jungbieres von der Hefe zu ermöglichen, giebt man den Bottichen auf ihrer Unterlage eine schwache Neigung.

Die Anzahl der für einen bestimmten Betrieb erforderlichen Bottiche ergiebt sich aus der innerhalb eines Sudjahres zu erzeugenden Biermenge, dem Fassungsraum der Bottiche und der Dauer der Hauptgärung, für welche man eine Maximalgärdauer von 12 Tagen in Rechnung bringt.

Die Gärbottiche werden meist reihenweise aufgestellt, indem man zwischen je zwei Reihen einen 2 m breiten Gang läßt.

Auf einen Bottich von 30 hl Inhalt rechnet man nach Thausing 6 m² Gärkellerfläche.

Zu den Einrichtungsgegenständen des Gärkellers gehören noch eine Bierpumpe, mittels welcher man das Jungbier in die Schenk- oder Lagerfässer schafft und die Zeugwannen, in welchen die Hefe bis zu ihrer Wiederverwendung aufbewahrt wird; ferner Eisschwimmer u. a.

Endlich finden sich noch im Gärkeller oder in der Nähe desselben die Trubsäcke aufgehängt, welche zur Filtration des Kühlgelägers dienen. Die abfiltrierte, völlig klare Trubsackwürze wird der Hauptwürze beigemengt.

Zur Erhaltung einer gleichmäßig niedrigen Temperatur von etwa 4° R ist es meist nötig, die Kellerluft künstlich abzukühlen. Man erreicht dieses, indem man den Kellerraum in Verbindung bringt mit großen Eisbehältern oder durch ein System von Kühlröhren, wenn eine Eismaschine zur Verfügung steht. Je nachdem das Eis an der kurzen Wand des Gärkellers, an der Seite oder oben gelagert wird, spricht man von Stirneis, Seiteneis oder Obereis. Außer zur Kellerkühlung bedient man sich des Eises auch zur Beschickung der Eisschwimmer für die Erniedrigung der Gärtemperatur. Statt der Schwimmer, welchen manche Nachteile anhaften, wie die umständliche Manipulation der Beschickung mit Eis, der große Eisverbrauch u. s. w. werden auch Bottichkühler angewendet, in welchen kaltes Wasser zirkuliert, sei es, daß dasselbe durch Eis oder mittels einer Kältemaschine auf 0° abgekühlt ist.

Der Lagerkeller soll kalt und trocken sein und reine Luft führen. Je weniger die Temperatur in demselben von 0° abweicht, um so besser entspricht er seinem Zwecke. Jedenfalls soll sich die Temperatur niemals über 3° erheben.

Man unterscheidet unterirdische und oberirdische Lagerkeller.

Die unterirdischen Keller können in einen natürlichen Hügel eingegraben oder in Felsen eingehauen werden. Erstere werden je nach der Beschaffenheit des Erdreichs ausgemauert oder nicht, letztere machen das Ausmauern stets entbehrlich. Am häufigsten werden die unterirdischen Keller gegraben, indem man eine tiefe und weite Grube aushebt, in welche man die einzelnen Kellerabteilungen einwölbt. Bezüglich der Tiefe solcher Keller hat man darauf zu achten, daß die Kellersohle stets mindestens 1 m höher liege, als der höchste Grundwasserstand. Ebenso muß der Zutritt von Oberwasser verhindert werden. Zum Schutze gegen die Erdwärme werden die Mauern doppelt mit einer isolierenden Luftschicht aufgeführt. Zur Ventilation werden Luftkanäle angelegt, welche jedoch bei warmer Witterung verschlossen werden.

Die ganze Kelleranlage wird in mehrere Abteilungen eingeteilt, welche unabhängig von einander zugänglich sind und entweder zu beiden Seiten oder auf einer Seite eines Ganges liegen, in welchen der Aufzug für die Transportfässer und die Lagerfässer, sowie die Kellertreppen münden. Dieser Gang oder Vorkeller, gegen welchen die einzelnen Abteilungen durch Doppelthüren sorgfältig abgeschlossen sind, verhindert, daß die Außenluft beim Bieraufziehen u. dgl. direkt in die Kellerräume dringen kann.

Das zur Kühlhaltung des Kellers erforderliche Eis wird meist an der dem Vorkeller gegenüberliegenden kurzen Wand des Kellers untergebracht als sogenanntes Stirneis. Der dem Eise einzuräumende Kellerraum beträgt etwa ein Drittel der dazu gehörigen Kellerabteilungen. Entweder erhält jede Abteilung für sich ihren

Eisraum, oder mehrere zusammen. Zweckmäßiger als durch Eis geschieht in großen Brauereien, welche eine Eismaschine besitzen, die Kühlung der Lagerkeller durch ein an der Decke des Kellers angebrachtes System von Kühlröhren, in welchen eine unter 0° abgekühlte Salzlösung zirkuliert. In Brauereien, welche nachträglich diese Art der Kühlung eingeführt haben, kann der früher für das Eis erforderliche Raum als Gär- bezw. Lagerraum verwendet werden.

In der Erwägung, daß die warme Luft aufsteigt, die kalte heruntersinkt, daß demnach der zweckmäßigste Platz für das Eis über dem zu kühlenden Raum sei, kam man dazu, Keller mit Obereis zu bauen. Dieses Prinzip wurde zuerst im System Brainard ausgebildet und fanden die Brainardkeller vorübergehend großen Beifall; allein dieselben sind sehr kostspielig und können mit der Salzwasserkühlung nicht konkurrieren. Für kleinere Brauereien kamen sie an und für sich kaum in Betracht.

Oberirdische Lagerkeller werden dort angelegt, wo man der Grundwasserverhältnisse wegen nicht tief genug graben kann; aber auch der geringeren Herstellungskosten wegen werden sie vielfach den unterirdischen vorgezogen. Diese Lagerräume müssen natürlich gegen den Einfluß der Außenluft durch ihre bauliche Anlage, gute Isolierung der Umfassungsmauern und Gewölbe, die Anbringung eines Vorkellers u. s. w. entsprechend geschützt werden. Das Eis wird, wie bei den unterirdischen Kellern, zweckmäßig als Stirneis angebracht.

Damit das Eis noch gehörig zur Wirkung gelangen kann, soll die größte Länge einer Kellerabteilung 20 m nicht überschreiten.

Die Lagerfässer werden aus bestem Eichenholz gefertigt und sind von verschiedener Größe. Kleine Brauereien benutzen solche von 20 hl Inhalt oder wenig mehr, mittlere solche von 30—60 hl und große selbst Fässer zu 80 hl Inhalt. Um die Fässer undurchdringlich für Kohlensäure zu machen, und um zu verhindern, daß Bier in das poröse Holz eindringe, werden sie im Innern mit Pech ausgekleidet, gepicht, oder auch, wie die Gärbottiche, glasiert. Jedes Faß besitzt zwei Oeffnungen, eine im Boden, das Zapfloch, und eine zweite in der Mitte einer Daube, das Spundloch.

Die Fässer werden im Lagerkeller 0,6—0,9 m hoch vom Boden auf Unterlagen von Holz (Ganter) gelegt, welche man zu ihrer besseren Erhaltung mit Zinkvitriol imprägnirt. Statt des Holzes empfehlen sich auch hier eiserne Schienen, welche auf gemauerten Pfeilern oder eisernen Trägern ruhen. Um den Kellerraum möglichst auszunützen, legt man die Fässer in zwei Reihen übereinander, so daß über zwei großen Fässern ein drittes kleineres lagert (siehe Fig. 213). Die unteren nennt man Boden-, die oberen Sattelfässer. In der Regel werden dann die Fässer in der Weise in einer Abteilung untergebracht, daß sie senkrecht zur Längsachse des Kellers in zwei Reihen angeordnet werden, wobei in der Mitte ein breiter Gang frei bleibt. Man legt sie aber auch parallel der Längsachse des Kellers hintereinander mit dem Gang auf der Seite und mit oder ohne Quergänge. Letzteres ist unzweckmäßig, da die einzelnen Fässer nur schwer zugänglich sind.

Um beim Abfüllen des Bieres eine möglichst vollkommene Trennung vom Geläger zu erzielen, müssen die Fässer nach vorn eine gewisse Neigung erhalten.

Nach Thausing rechnet man bei kleinen Lagerfässern und einfacher Sattelung pro qm Kellerfläche 12 hl, bei mittleren 13 hl und bei sehr großen Lagerfässern 14 hl lagerndes Bier.

Abnorme Erscheinungen bei der Hauptgärung. Man beobachtet zuweilen bei der Hauptgärung Erscheinungen, welche von den bei einem regelmäßigen Verlauf der Gärung eintretenden abweichen und dadurch dem Brauer Anlaß zu Befürchtungen geben, welche freilich nicht immer begründet sind. Solche abnorme Erscheinungen sind:

1. Die Bildung von kahlen, d. i. von Schaum entblößten Stellen auf der Oberfläche der Würze während der Periode der niederen Kräusen. Dieselbe soll namentlich bei einer sehr niedrigen Temperatur des Gärraums, bei zu geringer Hopfengabe, sowie bei Verwendung geschwächter Hefe eintreten. Während nun in einem Falle keine nachteiligen Folgen mit Auftreten dieser Erscheinung verknüpft war, will man in einem anderen Falle die Bemerkung gemacht haben, daß das Bier auf dem Transport leicht hefetrübe wurde und eine geringe Haltbarkeit besaß. Es wird daher empfohlen, durch Erhöhung der Temperatur im Gärkeller und eine reichlichere Hefegabe das Auftreten der Kahlstellen zu verhindern.

2. Die Blasengärung. Dieselbe besteht darin, daß mitten zwischen den Kräusen große Blasen auftreten und gilt als Zeichen einer unreinen Gärung, bei welcher neben der Hefe fremde Fermentorganismen eine Rolle spielen. Die von solchen Gärungen stammenden Jungbiere können bei der Nachgärung sich normal verhalten und ein gutes Bier liefern. Andrerseits hat man auch beobachtet, daß solches Bier nicht wohlschmeckend und haltbar wurde. Auch Fehler im Sudprozesse, wie die Verwendung schlechter Materialien, also Faktoren, welche zu einer abnormen Zusammensetzung der Würze führen, können Blasengärung zur Folge haben.

Zuweilen treten am Schlusse der Gärung, nachdem dieselbe normal verlaufen, auf der Oberfläche des Jungbieres mehr oder weniger große Blasen auf, deren Erscheinen indessen erfahrungsgemäß keinerlei Anlaß zu Bedenken giebt.

3. Das sogenannte Nachschieben. Dasselbe rührt davon her, daß mit dem Zurückgehen der Kräusen noch einmal die Gärung lebhafter in Gang kommt. Die Ursache hiervon liegt vielleicht ebenso sehr in der Beschaffenheit der Hefe, wie in der Zusammensetzung der Würze. Ueble Folgen bringt das Nachschieben in der Regel nicht mit sich.

4. Das Rasten der Gärung. Hierbei bleiben die Kräusen schwach, während gleichzeitig die Abnahme des Extraktes unter dem normalen Maße zurücksteht. Auch diese Erscheinung beruht in erster Linie auf der Beschaffenheit der Hefe und bis zu einem gewissen Grade auf einer ungünstigen Zusammensetzung der Würze. Man behebt diesen Uebelstand, indem man das Bier auf einen anderen Bottich schlaucht und von neuem Hefe zugiebt.

Wie ersichtlich, sind unsere Kenntnisse über die Ursachen der abnormen Gärungserscheinungen noch sehr lückenhaft. Meist ist die Ursache die Beschaffenheit der Hefe, wenngleich nicht immer angegeben werden kann, welcher Art diese Beschaffenheit der Hefe ist. Hierin haben wir von der durch Hansen angebahnten Hefeforschung noch gewichtige Aufschlüsse zu erwarten. Häufig sind die abnormen Erscheinungen nicht mit nachteiligen Einwirkungen verknüpft. Nichtsdestoweniger hat der Brauer dieselben wohl zu beachten und nachzuforschen, ob nicht irgendwelche Betriebsfehler an deren Eintreten mit die Schuld tragen.

Der Vergärungsgrad. Zur Beurteilung des Gärungsverlaufes ist es wichtig, den Vergärungsgrad nach der Hauptgärung festzustellen. Derselbe wird durch eine Zahl ausgedrückt, welche angiebt, wie viele von 100 Gewichtsteilen Extrakt vergoren sind; es ist daher

$$V = \frac{(E - e)}{E} 100,$$

worin E = der Extraktgehalt der Stammwürze (in Saccharometergraden nach Ball.)
e = die Saccharometeranzeige im Jungbier bedeutet.

In der Regel wird die Saccharometeranzeige im Jungbiere direkt genommen, also bei Gegenwart von Alkohol. Durch die Anwesenheit desselben wird das spezifische Gewicht erniedrigt, weshalb die auf obige Weise ermittelten Saccharometergrade nicht dem wirklichen Extraktgehalt entsprechen, sondern je nach dem Alkoholgehalt mehr oder weniger zu niedrig ausfallen. Setzt man die so erhaltenen Werte für e in die obige Gleichung, so erhält man daher nicht den wirklichen Vergärungsgrad, sondern eine Zahl, welche man passend als scheinbaren Vergärungsgrad bezeichnet.

Den wirklichen Extraktrest ermittelt man mittels des Saccharometers, nachdem man den Alkohol entfernt und durch Wasser ersetzt hat. Man verfährt zu dem Behufe in der Weise, daß man eine bestimmte Menge Bier abwägt, den Alkohol verdampft und wieder auf das ursprüngliche Gewicht auffüllt. Diese Operation nimmt man stets bei der Analyse des Bieres vor, doch niemals in der Praxis nach der Hauptgärung; hier begnügt man sich stets mit dem rasch zu ermittelnden, scheinbaren Vergärungsgrade.

Man spricht nun von einem niedrigen, mittleren und hohen Vergärungsgrad. Niedrig ist derselbe, wenn er weniger als 50 beträgt, ein mittlerer bei 50—60, und ein hoher bei mehr als 60.

Für vollmundige Biere nach münchener Art ist ein niederer (bis 45), für norddeutsche und lichte Biere überhaupt ein mittlerer und selbst hoher Vergärungsgrad beliebt.

Bei einem Vergärungsgrad von 70 ist meist schon ein Aufkräusen erforderlich, damit das Bier nicht schal werde.

Um dem Praktiker das Rechnen zu ersparen, hat Holzner eine Tabelle ausgearbeitet, welche bei bekannter Konzentration der Stammwürze und nach Ermittlung der Saccharometeranzeige des Jungbieres den Vergärungsgrad und daneben noch den wirklichen Extraktrest und den Alkoholgehalt des Bieres angiebt.*)

Der Vergärungsgrad ist in erster Linie abhängig von dem Zuckergehalt der Würze und von der Beschaffenheit der Hefe. Je mehr Zucker der Würzeextrakt enthält, desto höher fällt natürlich der Vergärungsgrad aus. Man kann daher durch Aenderung der Faktoren, welche die Zuckerbildung beeinflussen, wie besonders des Darrens des Malzes, dann des Maischens, auch den Vergärungsgrad regeln. Bezüglich der Samenhefe hat man die Erfahrung gemacht, daß bei gleichem Zuckergehalte und unter sonst gleichen Verhältnissen die eine Hefe einen niedrigen, die andere einen höheren Vergärungsgrad bewirkt. Ein Umstand, welcher bei der

*) Tabellen zur Berechnung der Ausbeute aus dem Malze und zur saccharometrischen Bieranalyse. München und Leipzig. R. Oldenbourg.

Auswahl der Stellhefe wohl zu beachten ist. Worauf diese charakteristische Eigenschaft gewisser Hefearten beruht, ist vorläufig noch nicht festgestellt.

Eingehende praktische Versuche über die Faktoren, welche den Vergärungsgrad beeinflussen könnten, sind von Schultze ausgeführt worden. Dabei ergab sich, daß die Hefengabe, die Konzentration der Stammwürze innerhalb der Grenzen 10 und 18 pCt., und wahrscheinlich auch das Brauwasser, wofern dasselbe die Eigenschaften eines Trinkwassers besitzt, ohne Einfluß sind. In äußerst geringem Grade erhöhend wirken höhere Gärtemperatur und das Zeugherführen. In ebenso geringem Grade vermindernd wirken eine niedrigere Gärtemperatur, das Zeugschlämmen und der Hopfensud. Unter Umständen einen bedeutend erhöhenden Einfluß übt ein Zusatz von Malzmehl. Von hervorragender Bedeutung für den Vergärungsgrad, denselben bald erhöhend, bald erniedrigend, sind, wie bereits erwähnt, die Hefenrassen und die Darrmethoden. Daß Würzen aus lichtem Malz höher vergären als solche aus dunklem, liegt an dem höheren Zuckergehalt solcher Würzen. Ganz allgemein wird, bis zu einem gewissen Grade, durch stärkeres Darren die Extraktausbeute aus einem Malze erhöht, dagegen Hand in Hand gehend mit einer Schwächung der Diastase die Zuckerausbeute vermindert.

Die Obergärung.

Während die Produktion an untergärigem Biere in Deutschland die an obergärigem um mehr als das dreifache übertrifft, sind doch die obergärigen Brauereien zahlreicher vertreten als die untergärigen. Insbesondere in Norddeutschland existieren noch sehr viel obergärige Brauereien, allerdings mit sehr bescheidenem Betriebe, welche Biere von untergeordneter Bedeutung und für einen eng begrenzten Konsumentenkreis erzeugen. Die Produktion von obergärigem Biere ist eben durch den Wegfall des Eises, bezw. der künstlichen Kühlung und der ausgedehnten Lagerräume weit billiger, als die des untergärigen. Gleichwohl nimmt letztere immer mehr zu, während die des obergärigen eher im Rückgang begriffen ist. Es beruht dieses wohl (abgesehen von den vorzüglich haltbaren englischen Bieren) hauptsächlich auf der größeren Haltbarkeit und der besseren Qualität der untergärigen Biere, deren Herstellung im allgemeinen auch viel mehr Sorgfalt gewidmet wird.

Die Obergärung verläuft, wie bereits erwähnt, bei höherer Temperatur als die Untergärung, nämlich bei 8—12° R. Dementsprechend treten die Gärungserscheinungen auch kräftiger auf, und ist die Gärung in weit kürzerer Zeit vollendet. Dieselbe wird entweder in offenen Bottichen oder in Fässern geführt.

Das Anstellen der Würze, welche meist nicht mehr als 10—12 pCt. Ball. zeigt, geschieht wie bei der Untergärung, durch Trockengeben oder Herführen, und erfolgt bei einer Temperatur von 8—12° R. Entsprechend der höheren Anstelltemperatur und der durch dieselbe bedingten rascheren Vermehrung der Hefe genügen von letzterer 0,2—0,4 Liter auf einen Hektoliter Würze.

Die obergärige Hefe ist, wie bereits erwähnt, eine besondere Art von Saccharomyces cerevisiae und ist dadurch ausgezeichnet, daß sie meist verzweigte Sproßverbände bildet und bei der Gärung an die Oberfläche in den sich bildenden Schaum tritt.

Bei der Bottichgärung zeigt sich nun schon 6—10 Stunden nach dem Anstellen ein feiner, weißer Schaum, der immer mehr zunimmt und schließlich unter Abscheidung von Hopfenharz Kräusen bildet. Die Kräusen treten bald zurück, und an ihrer Stelle erscheint ein trüber, zäher und gelblicher Hefeschaum (Hefentrieb), welcher anfangs zunimmt, bis die Gärung ihren Höhepunkt erreicht hat, darauf wieder zusammensinkt und schließlich eine Decke von Oberhefe zurückläßt.

Die Hauptgärung, welche meist nicht mehr als 48 Stunden in Anspruch nimmt, ist nun vollendet.

Ehe das Jungbier zur Nachgärung gefaßt wird, entfernt man mit einer flachen Schaufel die Oberhefe. Darauf wird das Bier mit der am Boden befindlichen Hefe abgezogen oder ohne dieselbe.

Die Nachgärung verläuft auf Fässern von 2—4 hl Inhalt, welche spundvoll in einem kühlen Keller gelagert werden.

In der ersten Periode der Nachgärung wird ein gelblicher Hefeschaum ausgestoßen, welchen man in einer unter das Faß gestellten Wanne sammelt. Damit dieses Ausstoßen regelmäßig vor sich gehen kann, müssen die Fässer mit Bier stets nachgefüllt werden. Wird keine Hefe mehr ausgestoßen und erscheint ein weißer Schaum, so ist die „beschleunigte Nachgärung" beendet. Man reinigt nun die Spundöffnung sorgfältig von der Hefe, macht das Faß spunvoll und verspundet es zunächst lose, später, ehe es in den Konsum gebracht wird, damit es Trieb erhält, fester. Man zieht es aber auch, um die Haltbarkeit zu erhöhen, noch einmal auf besondere Lagerfässer klar ab und läßt es in einem kühlen Keller liegen.

Wenn man die Hauptgärung in Fässern vor sich gehen läßt, erfolgt das Anstellen gleichwohl in einem Sammelbottich, von welchem die mit Hefe versetzte Würze dann auf die Fässer verteilt wird. Die Gärung kommt bald in Gang und die sich entwickelnde Kohlensäure treibt zunächst etwas Würze aus dem Fasse, dann reichliche Mengen eines weißen Schaumes und schließlich wird Hefe ausgestoßen. Auch hier müssen natürlich die Fässer während des Hefetriebes immer vollgehalten werden. Zum Nachfüllen verwendet man teils das Bier, welches sich in den untergesetzten Wannen aus dem anfangs ausgetriebenen Schaume gebildet hat, teils Bier von einem der Fässer.

Wird keine Hefe mehr ausgeschieden und zeigt sich ein zarter, weißer Schaum, so sind die Hauptgärung und die erste Periode der Nachgärung beendet und das Bier wird behandelt, wie oben angedeutet.

Bei einer zu niedrigen Gärtemperatur bei Anwendung von zu wenig oder nicht besonders kräftiger Hefe kommt es vor, daß der Hefentrieb nicht zur rechten Zeit eintreten will. Man hilft diesem Uebelstande ab, indem man die Hefe aufrührt, lüftet.

In manchen Gegenden läßt man für die Bereitung von Flaschenbieren die Würzen in der Brauerei nur angären und giebt das Bier in diesem Zustande an die Abnehmer, welche die Konsumreife dann selbst herbeiführen. Hierbei wird entweder in der Weise verfahren, daß man die Nachgärung durch Auffüllen- und Ausstoßenlassen in Fässern führt und nach dem Spunden das vollkommen klare Bier auf Flaschen abzieht, in welchen es in etwa acht Tagen Trieb erhält, oder es wird sogleich mit der Hefe in Flaschen gefüllt und diese entweder sofort verkorkt oder noch einige Zeit offen stehen gelassen. Bei letzterem Verfahren, wo die Nachgärung in

der Flasche verläuft, erhält das Bier natürlich schon in wenigen Tagen einen sehr starken Trieb und starken Bodensatz von Hefe, welcher beim Oeffnen der Flasche leicht aufgewirbelt wird und das Bier trübt.

Zuweilen wird dem obergärigen Biere, welches mit der Hefe auf Flaschen gebracht wird, Hausenblase in Wein verteilt zugesetzt. Hierdurch erreicht man, daß die Hefe sich fest zu Boden setzt und bei vorsichtigem Einschenken nicht mitgerissen wird. Gleichzeitig mit einem Zusatze von Hausenblase erfolgt auch ein solcher von Rohrzucker, wenn die Zuckerzersetzung bei der Hauptgärung so weit vorgeschritten, daß ein genügender Trieb bei der Nachgärung nicht mehr erzielt werden könnte, wie das z. B. bei der Bereitung des vortrefflichen Münchener Weißbieres der Fall ist. Man läßt hier in Fässern die Hauptgärung so weit gehen, daß keine nennenswerte Mengen von Zucker mehr vorhanden sind und setzt dann vor dem Abziehen des Jungbieres auf Flaschen stets die gleiche abgewogene Rohrzuckermenge (auf (1 hl etwa 1½ Pfd. Zucker) zu. Durch dieses sehr zweckmäßige Verfahren bewirkt man, daß der Kohlensäuredruck ein gewisses Maß nicht überschreitet, daß die Nachgärung regelmäßig verläuft und ein klares und ziemlich haltbares Bier erzeugt wird.

Die Hefe-Reinzucht.

Wir haben oben an eine brauchbare Brauereihefe die Forderung gestellt, daß sie rein sei. Im Folgenden sollen die Mittel und Wege kurz angegeben werden, wie man reine Hefe in den Betrieb bringt und wie man fortlaufend mit reiner Hefe arbeiten kann. Die bedeutsame Reform, welche durch die Einführung reiner Hefe in den Brauereibetrieb ins Leben gerufen wurde, knüpft sich, wie bereits erwähnt, an den Namen des dänischen Forschers E. Chr. Hansen, dessen epochemachende Untersuchungen über die Saccharomyceten (vgl. S. 220 u. f.) eine hervorragend praktische Bedeutung gewannen*).

Hansen kam bekanntlich auf Grund umfassender Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß es verschiedene Saccharomyceten giebt und zwar neben der Kulturhefe nicht nur die sogenannten wilden Hefenarten, welche zum Teil unliebsame Erscheinungen im Biere hervorrufen, sondern auch verschiedene gut charakterisierte Ober- und Unterhefearten, die in den Brauereien angewendet werden. Die Brauereihefen können, so lange sie unter den in der Brauerei obwaltenden Verhältnissen gezüchtet werden, als konstante Arten betrachtet werden.

Eine reine Brauereihefe nach Hansen besteht stets aus einer einzigen Art. Da es nun verschiedene Arten von Kulturhefe giebt, solche, die einen niedrigeren, oder solche, die einen höheren Vergärungsgrad bewirken, die mehr oder weniger rasch klären u. s. w., könnte man auch auf den Gedanken kommen, zur Erreichung eines bestimmten Resultates mehrere reine Hefen mischen zu wollen, man würde ja dann auch noch mit reiner Hefe arbeiten; allein ein derartiges Verfahren ist nicht empfehlenswert, da die Verhältnisse sich unnötig komplizierten

*) Untersuchungen aus der Praxis der Gärungsindustrie. Verlag von R. Oldenburg-München.

und man durch passende Auswahl einer Hefeart stets zum gewünschten Ziele gelangen wird.

Von großer Bedeutung bei der Einführung reiner Hefe in den Betrieb ist die zweckentsprechende Auswahl der Hefeart. Nicht jede Hefe ist für jede beliebige Brauerei passend. Die Außerachtlassung dieses Satzes hat schon häufig zu unliebsamen Erfahrungen geführt und dazu beigetragen, die Reinhefe zu diskreditieren. Findet sich in einer Brauerei eine Hefe, welche sowohl während der Haupt-, als auch während der Nachgärung zufriedenstellende Resultate liefert, so wird man zu einer Reinkultur am zweckmäßigsten von dieser Hefe ausgehen. Besteht dieselbe, wie das wohl am häufigsten der Fall ist, wesentlich aus einer Kulturart, nur vermischt mit ganz unbedeutenden Mengen anderer Organismen, so wird auch die reingezüchtete Hefe im wesentlichen dasselbe Produkt liefern. Zuweilen kommt es jedoch vor, daß eine Stellhefe aus mehreren Kulturhefearten besteht. In diesem Falle wird das mit einer einzigen reingezüchteten Hefe erzeugte Produkt mehr oder minder abweichende Eigenschaften von dem bisherigen aufweisen. Der Geschmack des Bieres wird jedoch, wenn auch ein etwas veränderter, stets ein reinerer und besserer als bisher. Gleichwohl empfiehlt es sich im Hinblick auf die mit Anwendung der Reinhefe verbundenen Geschmacksveränderung, dieselbe nur nach und nach in den Betrieb einzuführen, um die Konsumenten allmählich an den veränderten Geschmack zu gewöhnen; denn erfahrungsgemäß bringen diese einer Abweichung von dem gewohnten Geschmack eines Bieres, selbst wenn dieselbe eine Verbesserung darstellt, stets ein gewisses Mißtrauen entgegen.

Man hat also in der reinen Hefe eine für die jeweiligen Verhältnisse passende Kulturhefe, welche frei von sogenannten wilden Hefen und von Bakterien ist.

Daß durch die Anwendung einer solchen Hefe die Sicherheit des Betriebes außerordentlich wächst, ist ohne weiteres klar. Während man früher beim Gebrauch der gewöhnlichen Stellhefe völlig im Dunkeln wandelte und ein günstiges Resultat bei der Gärung mehr oder weniger vom Zufall abhängig war, ist man jetzt im Stande, durch eine planmäßig ausgewählte Hefe zielbewußt zu verfahren. Hierin ruht denn auch der Hauptwert der reinen Hefe für den Brauereibetrieb.

Hansen selbst faßt die praktischen Vorteile seines Systems in folgenden Sätzen zusammen:

1. Man sichert sich ein bestimmtes Resultat, einen rationellen Betrieb, wo früher mehr oder weniger alles aufs Geratewohl basiert war.

2. Man schützt sich gegen Krankheiten im Biere, die große Geldverluste verursachen können.

3. Man erhält eine Hefe, die im Handel mit Stellhefe einen größeren Preis hat, als die gewöhnliche unreine.

4. Man trägt endlich dazu bei, daß die Industrie sich hebt, was in jedem Falle für den intelligenten Praktiker immer von großem Interesse sein muß.

Die Gewinnung reiner Hefe im großen. Hierbei handelt es sich um die Vermehrung der aus einer Zelle gewonnenen Reinkultur (s. S. 223.) zu einer für die Verwendung im Betriebe ausreichenden Menge.

Es kommen hierzu folgende Apparate zur Anwendung: vier bis fünf Pasteursche

(Glas-)Kolben, jeder mit circa 1¼ Liter Rauminhalt, vier Gefäße aus Metall (Fig. 218), jedes 10 Liter fassend.

Das metallne Gefäß wird aus verzinntem Kupfer nach dem Prinzipe der Pasteurschen Kolben hergestellt.

Ueber die Mündungen der Rohre a und b werden Kautschukschläuche gezogen, welche mit Glasstöpseln verschlossen werden. An dem Schlauche des Rohres b wird außerdem noch ein Quetschhahn angebracht. Von dem oberen Teile des Gefäßes geht ein gebogenes Rohr aus, welches bei c in zwei Stücke geteilt ist, die mit einander durch einen Kautschukschlauch verbunden sind. Bei d ist die Mündung des Rohres mit einem festgepreßten Stöpsel von Baumwolle verschlossen, welcher durch eine Glashaube festgehalten wird. Statt derselben benutzt Hansen jetzt gewöhnlich ein kleines Asbestfilter, welches, aus einer Hülse von Messing bestehend, an dem Rohre festgeschraubt wird und oben mit einem nur lose anliegenden Deckel versehen ist.

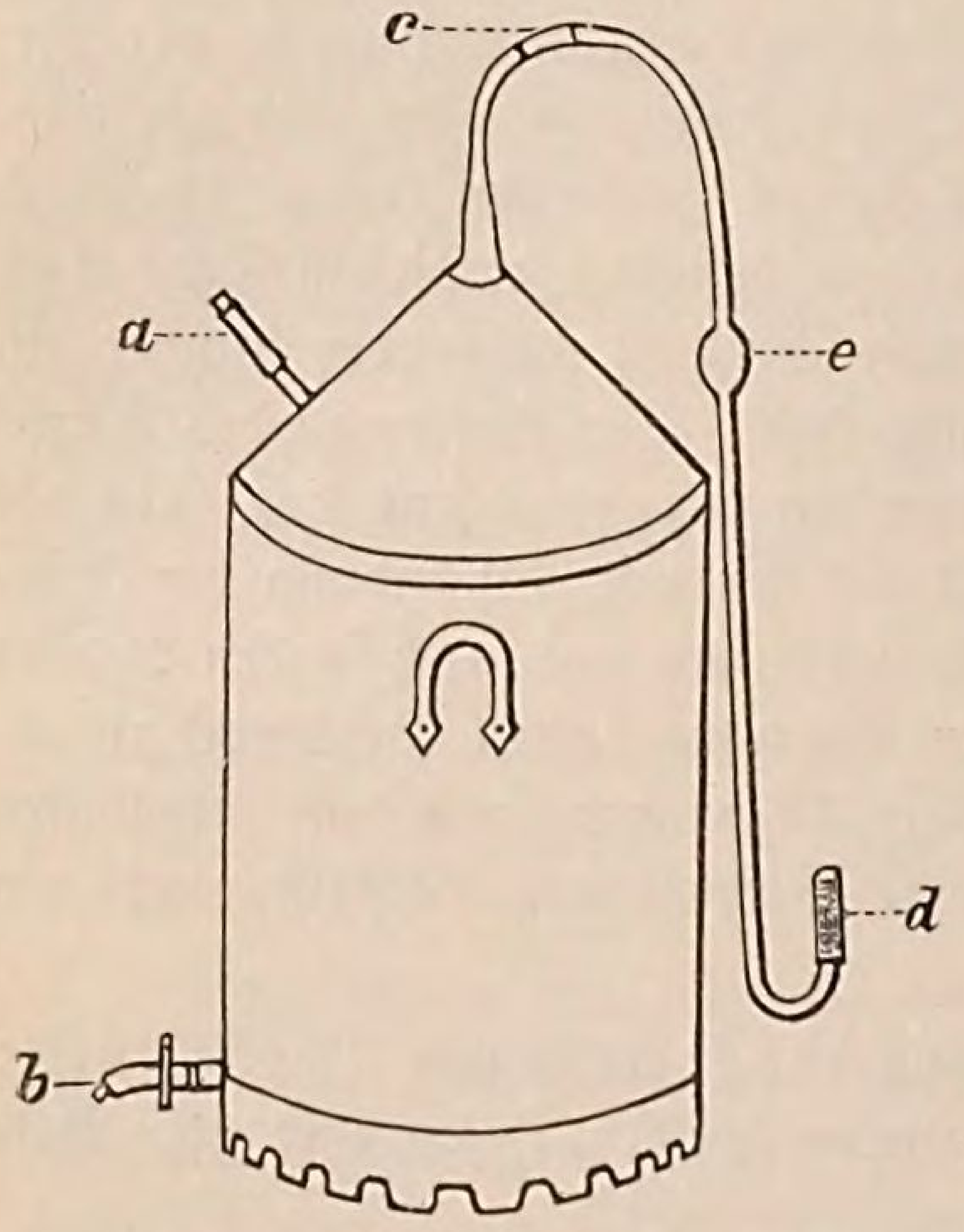


Fig. 218. Carlsberger Kolben.

Statt das gebogene Rohr in feste Verbindung mit dem Kolben zu bringen, kann man nach dem Vorschlage Poulsens sich zur Verbindung einer passenden Verschraubung bedienen.

Als Nährlösung bedient man sich der gewöhnlichen gehopften Lagerbierwürze. Mit dieser werden zunächst die Glaskolben bis ⅔ gefüllt und nun durch Kochen sterilisiert.

Zur Erzielung einer sterilen Würze in den Metallgefäßen hat man folgendermaßen zu verfahren: Die sorgfältig gereinigten Gefäße werden mit etwa 5 Liter Wasser gefüllt. Dann wird eine Stunde gekocht, wobei das Rohr a und das gebogene Rohr offen bleiben. Darauf wird das Rohr a mit einem in der Flamme gereinigten Glasstöpsel verschlossen und noch 15 Minuten gekocht, wobei nunmehr die Dämpfe durch das gebogene Rohr entweichen. Kurze Zeit vor Beendigung des Kochens zieht man etwa 100 cc des heißen Wassers durch das Rohr bei b ab, worauf man mit dem Quetschhahn und dem stark erhitzten Glasstöpsel das Rohr wieder verschließt. Das Wasser wird nun bis auf etwa ½ Liter entfernt und 7 Liter Würze zugegeben. Die Sterilisierung der Würze geschieht nunmehr genau in der Weise, wie das eben für das Wasser beschrieben wurde, nur hat man mit größerer Sorgfalt zu verfahren. Während 100 cc der kochenden Würze aus dem Rohre b abgezapft werden und während man im Verlaufe von ¼ Stunde die Dämpfe durch das gebogene Rohr strömen läßt, wird letzteres mit einer Gasflamme stark erhitzt, worauf das Filter mit größter Sorgfalt aufgesetzt wird. Auf diese Weise verhindert man, daß bei der Abkühlung der Kolben mit der eingesaugten großen Luftmenge lebensfähige Keime in die Würze gelangen. Ehe die so vorbereiteten Gefäße in Gebrauch genommen werden, müssen durch das Rohr b Proben genommen werden.

Die sterilisierte Würze bleibt nun ruhig stehen, damit die Flüssigkeit durch das gebogene Rohr Sauerstoff aus der Luft aufnehmen kann. Es wurde nämlich wiederholt beobachtet, daß in gelüfteter Würze kultivierte Hefe im Betriebe gleich anfangs eine schöne, normale Gärung gab, während die gleiche Hefe, in nicht gelüfteter Würze vermehrt, zunächst schlecht klärte und erst allmählich wieder normal wurde.

Die in den vier oder fünf Glaskolben befindliche Würze wird nun mit einer kräftigen Vegetation der zu vermehrenden Reinkultur (s. S. 223) infiziert. Nach Verlauf von einer Woche oder noch früher hat sich bei gewöhnlicher Zimmertemperatur ein reichlicher Bodensatz von Hefe gebildet. Der größte Teil des Bieres wird nun abgegossen und es bleibt nur soviel zurück, als zum Aufrühren der Hefe erforderlich ist. Die Hefe von je einem Kolben wird nun durch das Rohr a in je eines der vier Metallgefäße übergeführt. Der fünfte Kolben dient zur Reserve. Schon am folgenden Tage ist eine deutliche Gärung eingetreten; man nimmt nun das Filter d weg. Nach ungefähr sieben Tagen ist die Vermehrung der Hefe vollendet und die vier Gefäße enthalten jetzt Stellhefe für ungefähr 1 hl Würze.

Die weitere Vermehrung der Hefe geschieht nun im Gärkeller, in welchem am besten in einem abgesonderten Raume ein kleiner Bottich von etwa 1½ hl Inhalt aufgestellt wird. Letzterer muß natürlich sorgfältig gereinigt, frisch gefirnißt und mit einem lose aufliegenden Deckel versehen sein. Unter gewöhnlichen Verhältnissen bedient man sich zum Anstellen der Würze, wie sie in die übrigen Gärbottiche gebracht wird, indem man den Inhalt der vier Metallgefäße, nachdem man letztere außen mit einer Flamme gereinigt, in die Würze hineingießt.

Will man die vergorene Würze nicht zusetzen, so läßt man die Gefäße ein paar Tage länger stehen, damit die Hefe sich fest am Boden ablagern kann und entfernt darauf den größten Teil der Flüssigkeit durch das Rohr b.

Sobald nun der erste Hektoliter Würze in kräftiger Gärung sich befindet und eine Kräusendecke sich zu bilden anfängt, kann man den ganzen Inhalt des kleinen Bottichs zu drei bis vier Hektoliter Würze setzen.

Man kann nun zweckmäßiger auch so verfahren, daß man sich gleich anfangs eines Bottichs von drei bis vier Hektoliter Inhalt bedient, in welchem man jedoch zunächst die Hefe aus den Metallgefäßen mit nur einem Hektoliter Würze in Berührung bringt, bis die Gärung im Gange ist, worauf man einen zweiten Hektoliter Würze zusetzt und schließlich einen dritten. Die Temperatur der Würze wird meist etwas höher genommen, als die des Gärkellers.

Die entstandene Bodensatzhefe wird abgewogen und mit einer ihrem Gewichte entsprechenden Menge Würze angestellt.

Zuweilen kommt es vor, daß eine solche Reinkultur in den ersten Bottichen ein wenig stärker attenuiert und auch eine weniger gute Klärung giebt, was den Anlaß zu Besorgnissen gab, jedoch mit Unrecht, denn es treten bald die normalen Verhältnisse ein.

Der Reinzuchtapparat. Die in den Betrieb eingeführte Kulturhefe hält sich nun natürlich nicht dauernd rein. Nach den jeweiligen Verhältnissen in der Brauerei wird die Reinhefe früher oder später wieder durch wilde Hefen verunreinigt sein. Die Gefahr hierzu ist insbesondere in den Herbstmonaten zur Zeit der Obstreife eine große. Dazu kommt, daß gewisse Bierhefenarten an und für sich

weniger widerstandsfähig gegen das Auftreten wilder Hefen sind; als Beispiel hierfür führt Hansen die Carlsberger Unterhefe Nr. 2 an. Wenn man daher nicht wieder in die alte Arbeitsweise zurücksinken, sondern wirklich mit reiner Hefe fortarbeiten will, so ist es nötig, in nicht zu großen Zwischenräumen immer wieder eine Reinkultur in den Betrieb einzuführen. Dieses ist jedoch nach dem eben beschriebenen Verfahren eine etwas umständliche Sache. Hansen war daher darauf bedacht, dieses Ziel auf einem bequemeren Wege zu erreichen, durch Konstruktion eines

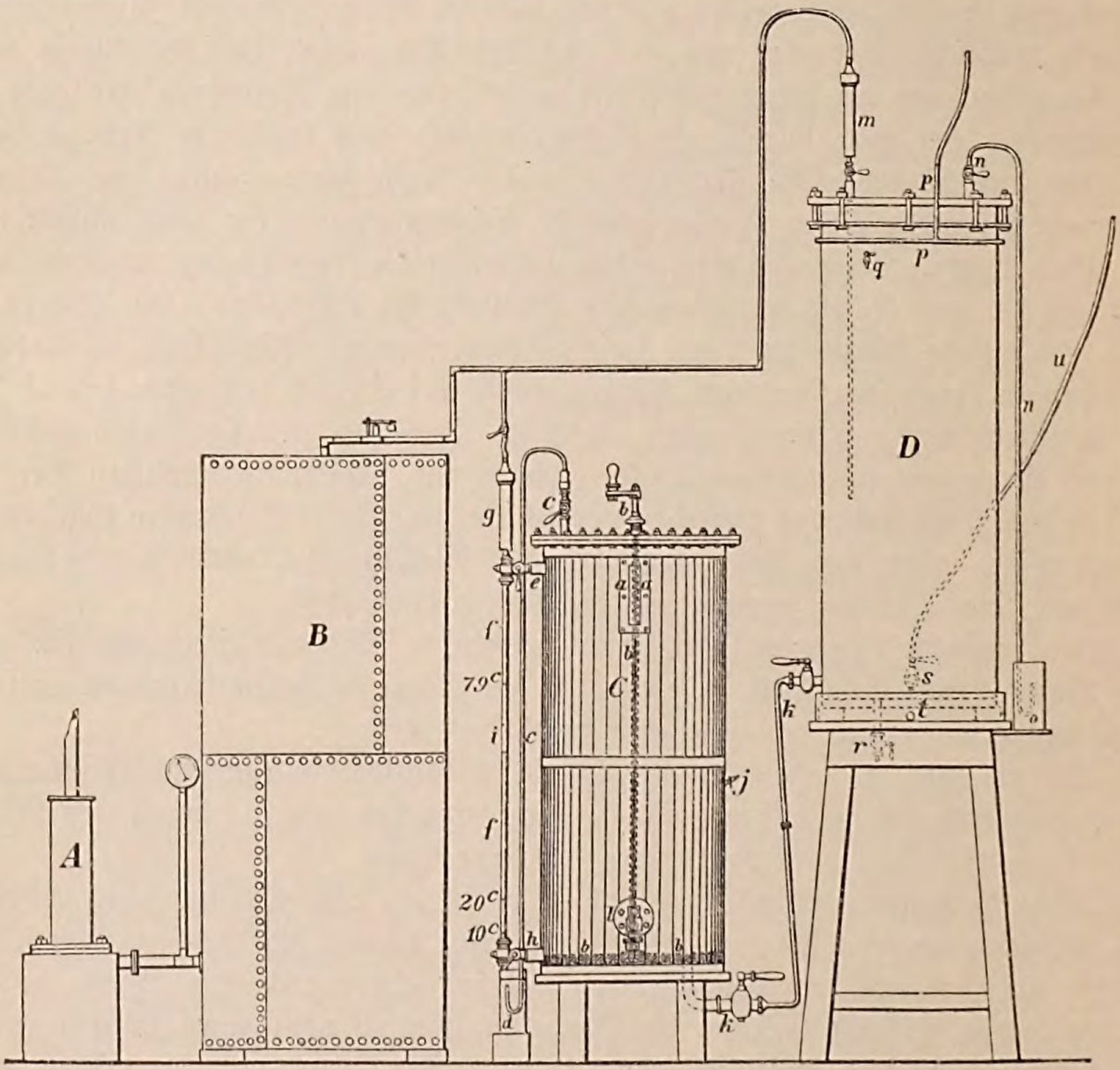


Fig. 219. Hansen-Kühlescher Reinzuchtapparat.

Apparates zur kontinuierlichen Massenproduktion absolut reiner Hefe im Gärkeller selbst. Hansen setzte sich zu dem Behufe mit Kapitän Kühle, dem Direktor der Brauereien Altkarlsberg, in Verbindung und beide arbeiteten den nunmehr zu beschreibenden Reinzuchtapparat aus, welcher der Forderung, eine fortlaufende Reinzucht der Hefe im Brauereibetriebe zu ermöglichen, in ausgezeichneter Weise entspricht.

Der Hansen-Kühlesche Reinzuchtapparat (Fig. 219) besteht aus folgenden drei Hauptteilen: 1) der Abteilung für das Lüften, bestehend aus der Luftpumpe A und dem Luftbehälter B, 2) dem Gärungszylinder (C), und 3) dem Würzezylinder (D).

Die Pumpe A wird durch Maschinenkraft getrieben und nimmt die Luft durch ein Vorfilter auf. Der Luftbehälter B ist mit einem Manometer und einem Sicherheitsventil versehen. Er wird mit Luft bis zu einer Spannung von 1—4 Atm. gefüllt. Die Leitungsrohre müssen an passenden Stellen mit Hähnen zum Abzapfen des Wassers, welches sich in diesen sammelt, versehen sein.

Der Gärungs- und der Würzezylinder sind aus Kupfer gearbeitet. An der Seite des Gärungszylinders C befinden sich zwei einander schräg gegenüberliegende runde Fenster, nach Hansens Erfahrungen bleiben dieselben jedoch besser weg. Durch einen genau aufgeschraubten Deckel geht ein Rührapparat b, welcher an seinem unteren Ende mit zwei Armen versehen ist, von welchem der eine ein Kautschukblatt trägt, von einer Form, daß dasselbe Boden und Wand des Zylinders bestreicht. Vom Deckel geht ein zweimal gebogenes Rohr c aus, welches durch einen Hahn abgeschlossen werden kann, und dessen untere, aufgebogene Mündung unter Wasser taucht. Ein wenig unterhalb des Deckels zweigt ein horizontales Rohr ab (e), an welchem sich ein Hahn befindet, mittels dessen das Innere des Zylinders mit dem Standrohre (f) in Verbindung treten kann. Dieses ist oben mit dem Filter (g) und unten ebenfalls mit einem Hahne und einem ähnlichen horizontalen Rohre (h), wie das oben erwähnte, verbunden. Um das Glasrohr stärker zu machen, ist in der Mitte ein Kautschukschlauch (i) eingeschoben.

An dem Glasrohre sind drei Marken angebracht: die oberste bezeichnet eine Entfernung von 79 cm vom Boden des Zylinders, die nächste eine von 20 cm und die folgende eine von 10 cm. Wenn der Zylinder bis zur obersten Marke gefüllt ist, enthält er 170 Liter Würze.

Das Filter (g) besteht aus einer Metallkapsel, die eine festgepackte Säule aus Baumwolle, 22 cm lang und 3 cm im Durchmesser umschließt. Es werden mindestens 35 g Baumwolle hineingepreßt. Das Filter wird oben mittels eines aufgeschraubten Deckels geschlossen, welcher in Verbindung mit dem Leitungsrohre des Luftbehälters gesetzt ist. Ehe man das Filter aufschraubt, wird es durch ein zweistündiges Erhitzen in einem Trockenschrank bei etwa 150° C sterilisiert.

Auf der entgegengesetzten Seite des Zylinders befindet sich ein etwa 1½ cm langes Rohr (j), welches durch einen Kautschukschlauch mit Quetschhahn und Glasstöpsel verschlossen ist. Vom Boden des Zylinders geht ein, der Beweglichkeit halber zweiteiliges Rohr (k) aus zur Verbindung mit dem Würzezylinder. Außer den abgebildeten zwei großen Hähnen hat das Rohr noch zwei kleinere, welche während des Ausdämpfens des Apparates gebraucht werden.

Der Hahn l dient zum Abzapfen des Bieres und der Hefe. Das Rohr des Hahnes setzt sich im Innern des Zylinders fort und biegt sich nach unten gegen den Boden, so daß sich seine Mündung 3½ cm von demselben befindet. Durch die sinnreiche Konstruktion des Abzapfhahnes und Rohres wird einer Infektion von außen während des Abzapfens vorgebeugt.

Wenn der Zylinder im Gärkeller aufgestellt wird, kann man ihn mit Holzleisten bekleiden.

Der Würzezylinder D wird etwas höher gestellt, als der Gärungszylinder. Er besitzt den gleichen Durchmesser wie dieser, ist jedoch etwas höher. Der Deckel trägt ein Filter (m), ganz wie (g) eingerichtet, welches mit einem in den Zylinder hineinragenden Rohre in Verbindung steht. Das Rohr ist an seinem untern

geschlossenen Ende mit Löchern versehen und dient zum Lüften der Würze. Das zweimal gebogene Rohr (n) entspricht dem Rohre (c) des ersten Zylinders, und mündet wie dieses, in ein Gefäß mit Wasser (o). Die Oeffnung des Rohres (n) und des zugehörigen Hahnes darf nicht weniger als 1¹/₃ cm betragen, um zu verhindern, daß Hopfenblätter u. dgl. das Rohr verstopfen. Der Würzezylinder ist oben in der Nähe des Deckels von einem Rohr (p) umgeben, welches von der Innenseite mit kleinen Löchern versehen, an dem einen Ende geschlossen ist, und an dem andern mit der Kaltwasserleitung in Verbindung steht. Außer den am Verbindungsrohre (k) angebrachten zwei Hähnen sind am Würzezylinder noch drei andere vorhanden. Der Hahn (s) steht mit der Würzezuleitung in Verbindung, welche von der Hauptleitung zwischen Würzekessel und Kühlschiff abzweigt. Der Hahn (r) dient zum Abzapfen der ersten kleinen Portion der in den Apparat eintretenden Würze. Durch den Hahn q entweicht beim Beschicken des Zylinders die heiße Luft und schließlich eine kleine Menge der Würze.

Der Zylinder steht endlich in einer flachen Schale, die mit einem Ablaufrohre (t) für das Wasser versehen ist, welches während der Abkühlung an den Wänden des Zylinders hinabströmt.

Die Aufstellung des Reinzuchtapparates geschieht am besten im Gärkeller selbst. Liegt die Temperatur des Kellers unter 6° C, so umgiebt man den Gärungszylinder zweckmäßig mit einem Mantel.

Ehe man den Apparat in Gebrauch nimmt, hat man sich natürlich mit seiner Einrichtung völlig vertraut zu machen und die Zylinder zu prüfen, ob sie dicht sind. Das erste, was man darauf vornimmt, ist die Sterilisierung des Apparates. Dies geschieht durch starkes Ausblasen mit Dampf. Die Filter werden, wie bereits erwähnt, in einem Trockenkasten sterilisiert.

Die Sterilisirung des Gärungszylinders wird in der Weise vorgenommen, daß man die Dampfleitung mit einem der Hähne der Leitung k verbindet, und die stark gespannten Dämpfe durch den Apparat schickt, indem man nach einander die verschiedenen Hähne öffnet. Kurz vor Beendigung des Dämpfens, welches etwa eine halbe Stunde fortgesetzt wird, schraubt man das Filter auf; dann werden alle Hähne geschlossen mit Ausnahme desjenigen, welcher zu dem gebogenen Rohr (c) führt. Gleichzeitig läßt man durch das Filter Luft in den Zylinder einströmen, während man den Dampf allmählich, ja nicht plötzlich, abstellt, so daß an Rohr c und dem Wasserverschluß stets eine Luftbewegung aus dem Apparat heraus wahrzunehmen ist, und nicht in umgekehrter Richtung. Die Abkühlung dauert unter diesen Verhältnissen bei gewöhnlicher Gärkellertemperatur ungefähr zwei Stunden. Ist der Zylinder mit Fenster versehen, so dürfen dieselben, um deren Zerspringen zu verhüten, erst nach dem Ausdämpfen nach und nach festgeschraubt werden.

Der Würzezylinder und dessen zwei Leitungen werden in gleicher Weise sterilisiert, die Abkühlung fällt hierbei jedoch weg.

Wenn das Ausblasen nahezu beendet ist, öffnet man den Hahn am Luftfilter und läßt die heiße Würze vom Sudhause in den Zylinder eintreten. Die gehopfte Würze, durch das Kochen sterilisiert, läßt man so heiß wie möglich durch die Leitung (u) und deren Hahn (s) einströmen, bis sie den oberen Hahn (q) erreicht hat, dann wird der Hahn (s) geschlossen. Zweckmäßig läßt man einen kleinen Ueberschuß der Würze in einen untergestellten Eimer ablaufen. Da die zuerst ein-

tretende kleine Menge Würze durch den verdichteten Wasserdampf einen unangenehmen Geschmack annimmt, so empfiehlt es sich, diesen ersten Anteil durch den Hahn (r) zu entfernen.

Ist der Zylinder mit Würze beschickt, so schließt man die Hähne (q) und (s) und läßt eine Stunde lang Luft durch das Filter in die heiße Würze einströmen. Das Lüften setzt man aber auch noch mäßig fort während des nun folgenden Abkühlens, welches mittels des Berieselungsringes (p) zunächst durch kaltes Wasser bis zur Erreichung einer Temperatur von 10° C und schließlich durch Eiswasser bewerkstelligt wird.

Wenn die Temperatur von ungefähr 11° C erreicht ist, tritt aus dem doppelt gebogenen Rohr eine nicht unbeträchtliche Menge Schaum hervor, was jedoch nie zu einer Infektion Veranlassung gab.

Die gekühlte und gelüftete Würze läßt man darauf durch das Verbindungsrohr k in den Gärzylinder strömen, jedoch zunächst nur bis zur Höhe des kleinen Rohres (j). Durch letzteres wird die Hefe eingeführt, welche man in einigen großen zweihalsigen Glaskolben gesammelt hat. Man kann bei dem Hansen-Kühleschen Apparat die Hefe nicht direkt von den Metallkolben überführen wegen der Stellung des Rohres (j) an der Wand des Zylinders. Man bringt deshalb die Hefe aus den Metallgefäßen in vier bis sechs zweihalsige Literkolben aus Glas. Zu dem Behufe zieht man das Bier von der Bodensatzhefe ab und giebt in jedes Gefäß $^1/_2$—$^2/_3$ Liter sterilisiertes Wasser. Nach dem Zusatz der Hefe zu der im Gärungszylinder befindlichen Würze wird der Rührapparat in Gang gesetzt, worauf man den Zylinder bis zur oberen Marke am Glasrohre (f) [170 Liter] füllt. Die in diesem Rohre stehende Flüssigkeitssäule wird durch den Druck der vom Filter kommenden Luft in den Zylinder hineingetrieben, wenn man den Hahn an dem oberen, horizontalen Rohre (e) schließt, und den Hahn am Rohre (h) öffnet.

Bei gewöhnlicher Gärkellertemperatur kann nach ungefähr 10 Tagen dem Apparat Hefe entnommen werden. Hierbei wird durch den Hahn l das Bier abgezapft, bis etwas Schaum austritt. Darauf führt man aus dem Würzezylinder bereits fertige Würze bis zu dem mittleren Markstriche am Glasrohre f zu, rührt gut durch und zapft die Mischung von Würze und Hefe in eine vollständig reine Wanne ab, bis die Flüssigkeit im Zylinder den untersten Markstrich erreicht hat. Man füllt nun noch einmal mit Würze bis zur mittleren Marke nach, rührt durch, und zieht wieder bis zur unteren Marke ab. Man hat dann im ganzen etwa 50 Liter herausgenommen. Die im Zylinder zurückbleibende Hefe ist hinreichend, um eine neue Reinzucht zu geben.

Während des Abzapfens, sowohl der Würze als des Bieres, hat man darauf zu achten, daß unaufhörlich eine passende Menge reiner Luft durch das Filter zuströme. Sobald das Abzapfen aus dem Gärungszylinder fertig ist, wird Würze bis zur obersten Marke des Glasrohres hineingefüllt und aufgerührt, womit die neue Zucht in Gang gebracht ist.

Mit der dem Apparat entnommenen Hefe, ausreichend für 8 hl Würze, wird möglichst schnell eine neue Gärung in einem gewöhnlichen, gut gereinigten Bottich angestellt.

Statt abzuwarten, bis sich die Hefe im Gärungszylinder als Bodensatz abgesetzt, kann man natürlich auch gärende Würze entnehmen, sobald die Hefezellen

sich hinlänglich vermehrt haben (unter gewöhnlichen Verhältnissen ungefähr nach 40 Stunden). Diese Vermehrungsweise — nach dem Prinzipe des sog. „Darauflassens“ — ist eine schnellere als die erstbeschriebene und sie wird auch nach Hansen in einigen Brauereien mit Erfolg angewendet.

Die Mündungen der beiden Hähne (l und k) werden alsbald von der Bier- und Würzeflüssigkeit gereinigt, mit Dampf sterilisiert und mit wohlgereinigten aufschraubbaren Metalldeckeln verschlossen.

Während der Gärung verhindert die sich entwickelnde Kohlensäure ein Einsaugen der Luft, man braucht daher nicht zu lüften. Will man dieses aber doch vornehmen, so läßt man einen langsamen Luftstrom durch die Flüssigkeit gehen, so daß in Zwischenräumen von ein paar Minuten ein wenig Luft durch das doppelt gebogene Rohr und das Wasser hervortritt.

Durch die Entnahme von Proben und zwar von größeren durch den Hahn (l) von kleineren durch das Rohr (j), kann man sich über den Fortgang der Gärung und den Zeitpunkt der Hefeentnahme unterrichten. Letzteren weiß man indessen durch die Erfahrung auch sehr bald ohne vorhergehende Untersuchung mit hinlänglicher Genauigkeit zu treffen. Dagegen ist es von Wichtigkeit, von Zeit zu Zeit kleine Proben durch das Rohr (j) dem Apparat zu entnehmen zur Prüfung der Hefe auf ihre Reinheit. Eine derartige Untersuchung auszuführen, ist der Praktiker mangels der erforderlichen Uebung und der einschlägigen Kenntnisse nicht im Stande. Doch kann er sich hier leicht helfen, indem er sich an eine Versuchsanstalt oder an ein anderes öffentliches gärungstechnisches Laboratorium wendet. Eine Anzahl größerer Brauereien haben eigene Laboratorien eingerichtet.

Der Hansen-Kühlesche Reinzuchtapparat, welcher nicht patentiert ist, erfuhr bereits eine Reihe von Modifikationen, auf welche natürlich hier nicht näher eingegangen werden kann. So fügte Elion einen Sterilisator ein, indem er den Würzezylinder mit einem Dampfmantel umgab, wodurch es möglich ist, die Würze im Zylinder zu sterilisieren, wenn derselbe in großer Entfernung von der Würzepfanne aufgestellt werden muß.

Ein neuer Reinzuchtapparat wurde von Bergh u. Jörgensen konstruiert und die Ausführung der Fabrik Burmeister & Wain in Kopenhagen übertragen. Da derselbe weniger Platz einnimmt und billiger ist als der alte Apparat, so dürfte er auch in kleineren Brauereien Eingang finden. Die Einrichtung des Apparates ist kurz folgende (Fig. 220):

Die filtrierte sterile Luft wird durch die Dreiweghähne bei A, B, C in den Reinzuchtapparat geleitet.

Dieser besteht aus zwei Zylindern A und B; beide sind aus Kupfer mit Messingböden. (A) faßt ungefähr 48, (B) 160 l. In (A) befindet sich ein Rührapparat (E), ein Rohr (a) zum Einführen der Hefe und zum Entnehmen kleiner Proben. Letzteres geschieht unter Anwendung von Luftdruck. Das gebogene Rohr (F) ist ein Ausführkanal für die Kohlensäure, (G P) ist ein größeres Leitungsrohr durch welches die beiden Zylinder (A und B) miteinander in Verbindung stehen; durch den Hahn (G) kann diese Verbindung geöffnet und geschlossen werden. Durch (H) wird das Spülwasser weggeführt, wenn eine Reinigung vorgenommen werden soll.

Der Zylinder (B) ist von einem gußeisernen zweiteiligen Mantel umgeben. Der obere Teil dieses Mantels dient zur Aufnahme des Kühlwassers

während der Abkühlung der Würze; während der Gärung kann man auch mittels dieses Wassermantels die Temperatur regulieren. Der untere Teil ist ein Dampfmantel, unten mit einem Hahn (S) zum Abzapfen des Dampfes und oben bei (0) mit einem Hahn für die Zuführung desselben versehen. M ist ein ring-

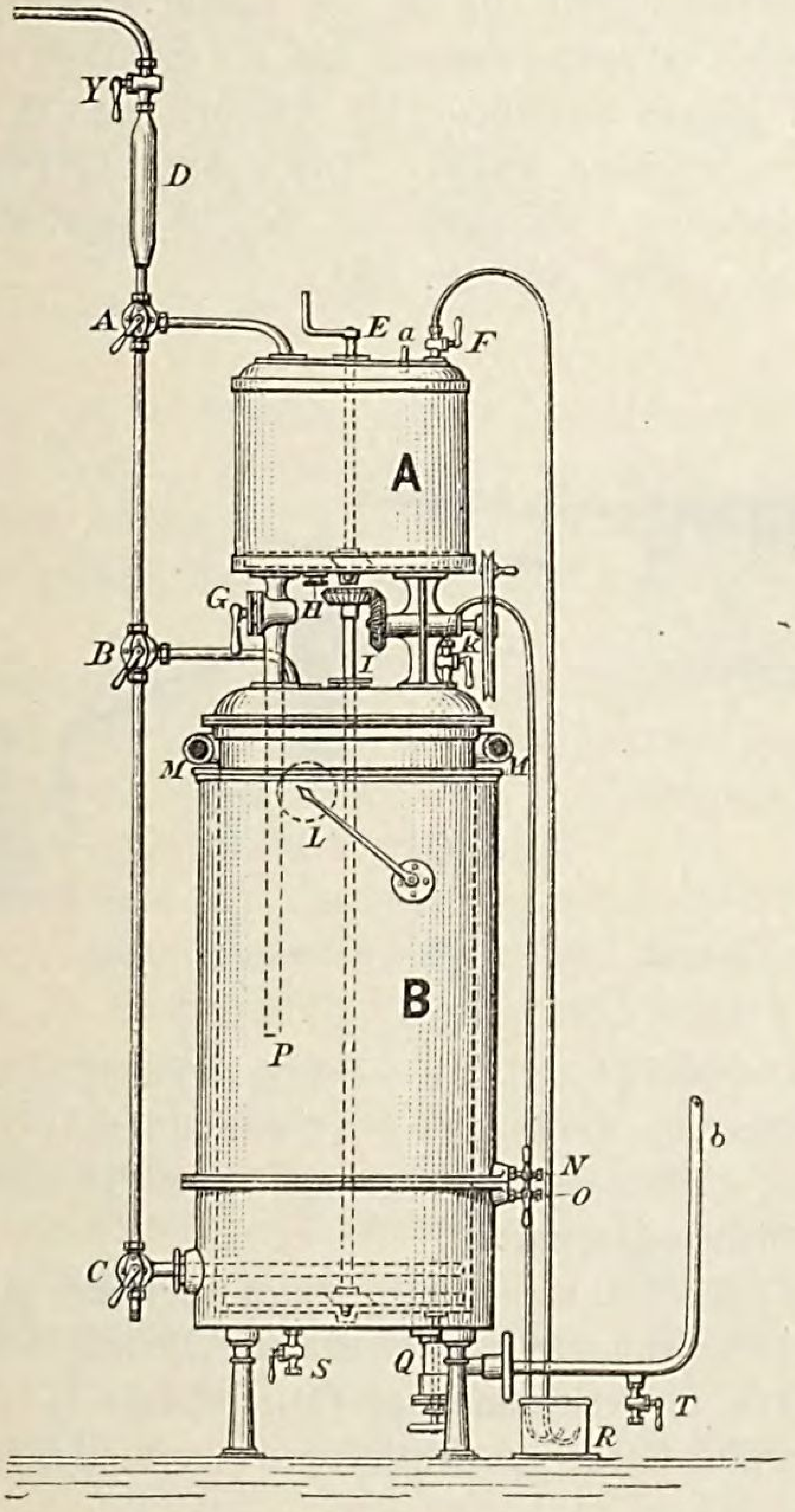


Fig. 220. Reinzuchtapparat von Bergh und Jörgensen.

förmiges, mit kleinen Löchern versehenes Rohr, welches während der Abkühlung in Verbindung mit einer Kaltwasserleitung steht; bei (N) wird das Wasser abgezapft.

Der Zylinder (B) hat seinen eigenen Rührapparat (J), welcher mittels eines Räderwerkes bewegt wird, und einen Meßapparat (L), welcher aus einem Bogen und einem Schwimmer mit Zeiger besteht. Vom Deckel geht das gebogene Rohr K aus. Am Boden befindet sich ein Hahn (Q), welcher in Bebindung mit dem Leitungsrohre (b) steht; letzteres ist mit einemHahn (T) versehen. (R) ist ein kleines Gefäß mit Wasser, in welches die Enden der gebogenen Rohre ausmünden.

Wenn der Apparat sterilisiert ist, läßt man die Würze in den Zylinder B eintreten, wo sie gegebenen Falles noch einmal durch Dampf aufgewärmt werden

kann. Nach genügender Lüftung und Abkühlung wird die Reinhefe durch das Röhrchen (a) in den oberen Zylinder (A) eingeführt. Um die Hefe nach (B) spülen zu können, preßt man durch Luftdruck ein wenig Würze von (B) in (A) hinein. Wenn die ganze Hefemenge sich in (B) befindet, wird (G) geschlossen. Nachdem darauf eine kräftige Vermehrung der Hefe eingetreten, wird umgerührt und ein Teil der gärenden Flüssigkeit nach (A) hinaufgedrückt, um für die nächste Gärung in (B) benutzt zu werden; das Uebrige wird herausgenommen, um als Stellhefe verwendet zu werden. Man wartet also bei diesem Verfahren die Bildung der Bodensatzhefe nicht ab, sondern arbeitet mit der gärenden Würze. Der Zylinder (B) dient abwechselnd als Gärungs- und Würzezylinder. Während er als Würzezylinder gebraucht wird, befindet sich die Hefe im oberen Zylinder (B).

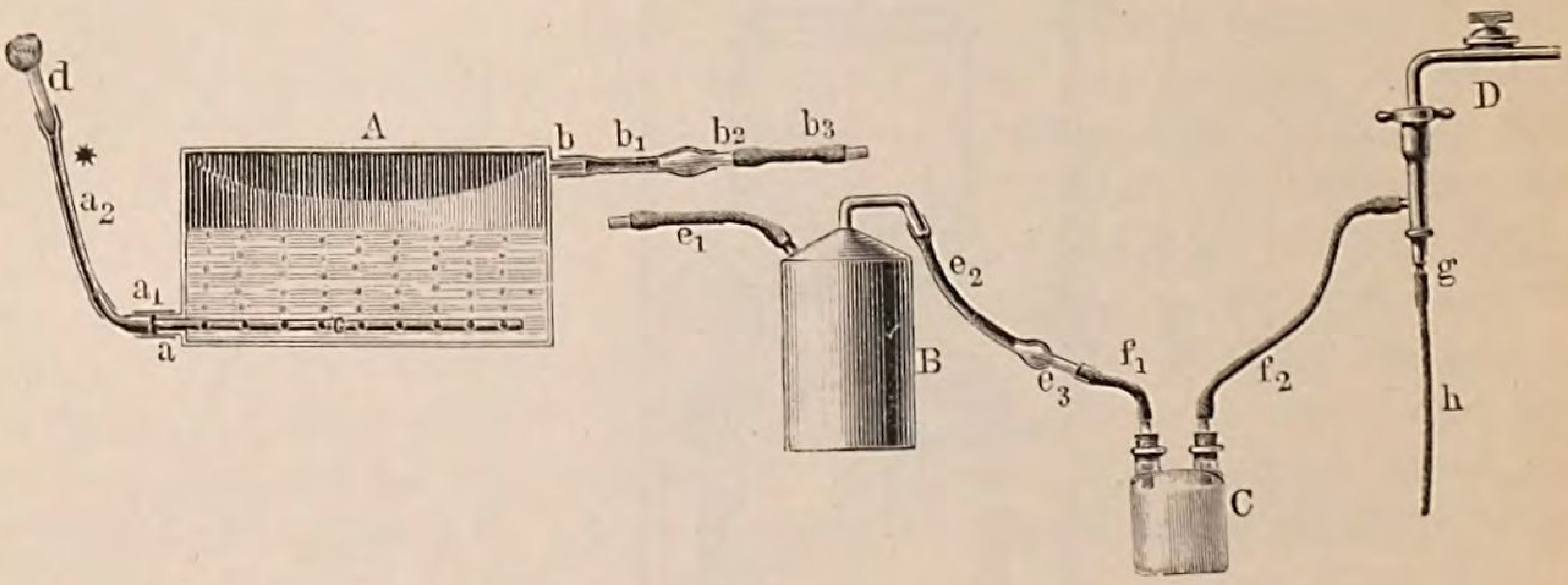


Fig. 221. P. Lindners Reinzuchtapparat.

Ein durch seine Billigkeit und einfache Handhabung ausgezeichneter Apparat, welcher besonders für kleine Betriebsverhältnisse bestimmt ist, ist der von P. Lindner konstruierte, von der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin zu beziehende Reinzuchtapparat.

Derselbe besteht (Fig. 221) aus dem kleinen kupfernen Zylinder (A), welcher zugleich als Würze- und Gärungszylinder dient, dem Metallgefäße (B), einer Wulffschen Flasche (C) und der Wasserstrahlpumpe (D). Sämtliche Gefäße können durch Glasröhren und Gummischläuche zweckentsprechend verbunden werden. (d) ist ein Luftfilter.

Ueber die Handhabung ist der von der Versuchsstation jedem Apparat beigegebenen ausführlichen Gebrauchsanweisung folgendes zu entnehmen:

Der vor der Benutzung natürlich sorgfältig gereinigte Zylinder (A) wird vor dem Einfüllen der heißen Würze in eine derartige Lage gebracht, daß der Stutzen (b) sich unten befindet. An (b) wird ein langer Gummischlauch befestigt, der bis in das höher gelegene Gefäß, von welchem die heiße Würze abgefüllt werden soll, reicht.

Nach dem Einfüllen von ca. 50 Liter Würze wird dieselbe durch untergestellte Gasflammen (Bunsenbrenner) vollends zum Kochen gebracht. Vor dem Beginn der Dampfentwicklung wird das Durchlüftungsrohr (c) in den Stutzen a eingeführt und die Gummischläuche a_1 und a_2 angebracht.

Sobald der Dampf aus a_2 zu entweichen beginnt, kocht man nur noch gelinde. Nach zehn Minuten wird, während der Dampf langsam ausströmt, das Luftfilter

d in a_2 eingeführt und a_2 bei * sogleich mit einem Quetschhahn verschlossen. Die Flammen unter A werden entfernt und A nachher um 180° gerollt, so daß Stutzen b sich nun oben befindet, wie in der Zeichnung. An b werden darauf die Gummischläuche b_1 (mit dem Glasrohr b_2) und b_3 befestigt. Nun wird wiederum zehn Minuten gekocht und alsdann b_3 mit einem Metallstöpsel geschlossen.

Der Zylinder A ist nun sterilisiert. Man hebt nun d hoch und öffnet den Quetschhahn bei *. Die Luft dringt durch die Löcher von c in die Würze ein. Soll die Infektion derselben erst am folgenden Tage erfolgen, so läßt man zweckmäßig den Apparat von selbst abkühlen; andernfalls bewirkt man dies durch Ueberrieselung mit Wasser. Bevor die Würze nicht auf 15—10° R abgekühlt ist, darf jene nicht unterbrochen werden, da sonst leicht die Würze bis zum Filter d hinaufgedrückt werden kann.

Die Anstellhefe für A befindet sich in B. Die Verbindung dieser beiden Gefäße erfolgt in der Weise, daß man b_3 und b_2 abzieht und dafür e_1 daran befestigt. Vorher werden jedoch noch b_1 und e_1 mit einem Quetschhahn verschlossen, um während der Herstellung der Verbindung ein Einsaugen der äußeren Luft zu verhindern.

Aus A läßt man nach B ca. 1—1½ Liter Würze hinüberfließen. Mit derselben schüttelt man die am Boden liegende Hefe auf und gießt hierauf das Ganze nach A zurück. Gleichzeitig sorgt man durch Zuquetschen von a_2 dafür, daß die Würze nicht zur Watte des Luftfilters emporsteigt.

Nunmehr schreitet man zur Durchlüftung der infizierten Würze in folgender Weise: f_1 wird mit e_3 und f_2 mit D verbunden. Der Quetschhahn bei * wird wieder geöffnet und die Wasserstrahlluftpumpe in Thätigkeit gesetzt. Sobald sich Schaum im Glasrohre b_2 zeigt, wird die Durchlüftung kurze Zeit unterbrochen. Im ganzen genügt ein 1—1½stündiges Durchlüften. Hierauf wird f_1 und e_3 abgezogen. A und B bleiben verbunden. A wird noch um 180° gerollt, so daß das Durchlüftungsrohr sich wieder oben befindet. Die in letzterem befindliche Würze läßt man vorsichtig abtropfen. Zuletzt führt man noch 4—5 Liter Würze nach B über. Die bei der Gärung entwickelte Kohlensäure entweicht durch d bezw. e_3.

Am Ende der Gärung läßt man das Bier in B vorsichtig nach A ab, so daß nur die Hefe zurückbleibt. Dann werden e_1 und b_2 abgezogen und mit Metallstöpsel verschlossen. Die Entleerung von A geschieht so, daß alles Bier bis auf den letzten Tropfen abgelassen wird.

Die festsitzende Hefe wird hierauf mit 1—2 Liter keimfreien Wassers oder frischer Würze aufgeschüttelt und abgezogen.

Die erhaltene Hefemenge ist ausreichend, um 1 hl gewöhnliche Würze im Gärkeller anzustellen.

Sobald die ersten Spuren einer Kräusenbildung eingetreten sind, kann man weitere 3—4 hl Würze hinzufügen.

Nach vollständiger Entleerung des Gärungszylinders wird für eine neue Reinzucht natürlich wieder in gleicher Weise verfahren. Die hierzu erforderliche Hefe ist in B zurückgeblieben.

Das Luftfilter d ist bei jeder neuen Gärung, e_3 nach ca. 6—8 Wochen durch ein frisches zu ersetzen.

Zur Sterilisierung der Würze in A mit Dampf versieht man den Stutzen a

mit c, a_1, a_2 und rollt den Zylinder gleich um 180°, so daß er die in der Zeichnung dargestellte Lage erhält. a_2 wird hierauf über das passend gearbeitete Dampfzuleitungsrohr gezogen. An dem Stutzen b wird b_1, b_2 und b_3 befestigt. Den Dampf läßt man nun langsam in die schon heiße Würze einströmen. Sobald er zehn Minuten lang aus b_2 entwichen, wird b_3 mit einem Metallstöpsel geschlossen. Bevor a_2 vom Dampfrohr abgezogen wird, quetscht man bei * zu. In dem Augenblick des Abziehens setzt man das Luftfilter d auf. Weiterhin verfährt man, wie vorhin beschrieben.

Ein besonderes Augenmerk hat man auf die nach und nach sich abnützenden Gummischläuche zu richten und dieselben rechtzeitig durch neue zu ersetzen.

Zur Kontrole der Hefe auf ihre Reinheit empfiehlt die Berliner Versuchsstation, etwa alle drei Wochen eine Probe aus dem Apparate zur Untersuchung in ihr Laboratorium einzusenden.

Im Abschnitte vom Kühlen der Bierwürze wurde bereits der Bestrebungen zur Beseitigung des offenen Kühlschiffes gedacht. Die Anregung hierzu ging schon von Pasteur aus, welcher empfahl, die Bierwürze zur Verhinderung von Infektion mit Krankheitskeimen in geschlossenen Behältern mit filtrierter Luft in Berührung zu bringen (zu lüften) und sie darauf durch einen geschlossenen Kühlapparat den Gärbottichen zuzuführen. Zu wirklich praktischer Bedeutung konnte dieser Gedanke jedoch erst gelangen nach Einführung der reingezüchteten Hefe durch Hansen; denn wie konnte die Anstellung sterilisierter Würze Erfolg haben, wenn die hierzu verwendete Hefe nicht rein war. Beim Arbeiten mit reiner Hefe entsprechen nur die geschlossenen Lüftungs- und Kühlapparate dem Zwecke, die Betriebshefe vor Infektionen von außen zu schützen.

Ein derartiger Apparat wurde zuerst von Kapitän Jakobsen und Brauereidirektor Kühle in Kopenhagen konstruiert nach dem Muster eines von dem Brauereibesitzer Velten in Marseille auf Pasteurs Anregung gebauten.

Die siedend heiße Würze wird durch eine Rohrleitung in einen großen, ca. 100 hl fassenden Behälter aus galvanisiertem Eisen geleitet. Dieser ist mit einem dachförmigen Deckel versehen, welcher auf und nieder gehoben werden kann und vermittels eines zylindrischen Wasserverschlusses an den Behälter schließt. Durch eine Oeffnung in der Mitte des Deckels bewegt sich die Achse einer Schraube; an den Seiten des Deckels finden sich zwei Oeffnungen für den ausströmenden Dampf, in welchen kurze, mit Baumwolle gefüllte Röhrchen angebracht werden. Endlich mündet im Deckel ein Rohr aus, durch welches sterilisierte Luft in den über der Würze befindlichen Raum des Behälters geleitet werden kann, wenn die Würze nach der Abkühlung anfängt in den Gärkeller hinunter zu strömen; auf diese Weise wird das Einsaugen unreiner Luft verhindert.

In das unterste Drittel des Behälters unter der Schraube mündet eine mit kleinen Oeffnungen versehene Röhre aus, durch welche zur Lüftung der Würze sterilisierte Luft eingepreßt wird.

In der Mitte des Behälters liegt ein System von zylindrischen Spiralröhren durch welche kaltes Wasser zur Abkühlung der Würze fließt.

Im Boden befindet sich eine Ablaufröhre für die gekühlte Würze und eine andere für den abgelagerten Bodensatz und für das Wasser, das zum Spülen und

Reinigen des Apparates gebraucht wird. Endlich findet sich ein Thermometer für die Würze und ein Mannloch.

Die Luft, welche dem Behälter zugeführt wird, ist zur Reinigung von Organismen und Keimen durch Baumwolle filtriert.

Sobald die Würze die Einmündungsstellen des Luftrohrs bedeckt, beginnt man mit dem Lüften, welches man bis zur Beendigung des Kühlens fortsetzen kann. Wenn der Behälter mit Würze gefüllt ist, läßt man durch die Kühlrohre kaltes Wasser strömen, während man das Rührwerk in Bewegung setzt. Das Kühlen in dem Apparate nimmt nicht mehr Zeit in Anspruch, als auf dem Kühlschiffe. Nach Erreichung der gewünschten Temperatur stellt man das Rührwerk ab und läßt den Bodensatz sich ruhig ablagern, worauf die Würze durch einen Eiskühlapparat in den Gärkeller geleitet wird.

Ein modifizierter Veltenscher Apparat ist auch der Kühlbottich von Ergang-Magdeburg*) dessen Wandungen von Wellblech gearbeitet sind zur Erzielung einer besseren Kühlwirkung; die Kühlung geschieht nemlich bei diesem Apparate durch Berieselung von außen.

Ein wesentliches Moment bei der Abkühlung der Würze ist der Zutritt von Sauerstoff — die Lüftung — wodurch dieselbe für die Entwicklung und Gärwirkung der Hefe eine geeignetere Zusammensetzung erhält, insbesondere die Eigenschaft zeigt, sich rascher und vollkommener zu klären, als dieses in nicht gelüftetem Zustande der Fall ist. Dieser Umstand verbietet es daher, eine heiße Würze direkt von der Pfanne durch einen geschlossenen Kühlapparat, in welchem eine Berührung mit Luft nicht in ausgiebiger Weise stattfinden kann, zu kühlen. In dem von Jakobsen und Kühle modifizierten Veltenschen Apparat geschieht das Lüften, wie erwähnt, durch Einblasen von Luft in die in dem geschlossenen Kühlbottich befindliche Würze.

Ein anderer Weg wurde von dem Ingenieur Axel Bergh (Firma Burmeister & Wain, Kopenhagen) eingeschlagen, welcher zur Beschaffung keimfreier und gelüfteter Würze eine Zentrifuge konstruierte, einen kompendiösen Apparat, dessen Anschaffung auch den kleineren Brauereien möglich sein soll.

Die Zentrifuge, deren Trommel massive Wandungen besitzt, ist luftdicht geschlossen und steht mit der äußeren Luft nur mittels eines Luftfilters in Verbindung. Durch ein Rohr wird die Würze in den schnell rotierenden Zylinder geleitet, in welchem die schwebenden Stoffe durch Zentrifugalkraft ausgeschieden und an der Peripherie abgesetzt werden. Durch eine andre Röhre wird die gereinigte und gelüftete Würze in den Kühlapparat geleitet.

Die Lüftung geht teils in der Lauftrommel vor sich, hauptsächlich aber, wenn die Würze in die Ableitungsröhre eingeschleudert wird. Die Würze füllt nämlich die Röhre nicht vollkommen an, sondern sie reißt bei der ungeheuren Schnelligkeit, mit welcher die Trommel rotiert, beträchtliche Mengen Luft mit. Da die Luft nur durch das Luftfilter zutreten kann, so gelangt die durch das Kochen sterilisierte Würze auch steril in den Gärkeller.

Die Würze wird von dem Hopfenkessel oder einem Sammelbottich durch die Zentrifuge und einen geschlossenen Kühlapparat direkt in den Gärkeller geleitet.

---

*) S. Wochenschrift für Brauerei 1889, 610.

Bei der Anwendung der Zentrifuge umgeht man den Gebrauch der Trubsäcke, da das zurückbleibende Kühlgeläger keine filtrierbare Würze mehr enthält. Leider soll die Zentrifuge sehr viel Kraft beanspruchen, so daß aus diesem Grunde ihre Anwendung wenig vortheilhaft erscheint.

Außer den genannten sind bereits eine Anzahl anderer mehr oder weniger zweckmäßiger Apparate zum Ersatz des Kühlschiffes konstruiert.

Eine durchaus befriedigende Lösung scheint indessen die Frage des Kühlschiffersatzes durch andere Apparate noch nicht gefunden zu haben, wenigstens nicht insoweit die Unkosten des Kühlens in Betracht kommen.

Die Dampfkochung.

Die Anwendung des Dampfes zum Kochen und Verdampfen von Flüssigkeiten, welche in anderen Industrieen, wie namentlich in der Rübenzuckerindustrie in so hohem Grade entwickelt ist, fand bis jetzt in der Bierbrauerei nur vereinzelt Eingang. Allerdings waren die ersten Erfahrungen, die man mit der Einführung direkten Dampfes in die Maische machte, keine günstigen in Bezug auf den Geschmack des erzielten Bieres; denn die Kesseldämpfe dürfen niemals mit Würze und Maische in direkte Berührung kommen. Man ging deshalb zur Anwendung des indirekten Dampfes über, indem man die Kochgefäße mit doppeltem Boden oder mit einem Heizröhrensystem versah und in letzteres oder in den Zwischenraum des Doppelbodens die gespannten Kesseldämpfe strömen ließ. Mit Apparaten, welche nach diesem Prinzipe konstruiert sind, hat man denn auch beim Maische- und Würzekochen in der That günstige Resultate erzielt.

Gleichwohl steht der Einführung der Dampfkochung die gewiß irrige Annahme entgegen, daß die mit Anwendung derselben erzeugten Biere einen veränderten Geschmack, geringere Vollmundigkeit und Haltbarkeit besäßen, wobei man von der gleichfalls irrigen Ansicht ausgeht, daß die Temperatur des Dampfes nicht im Stande wäre, wie die direkte Feuerung die Erhitzung des Pfannenbodens in dem Grade herbeizuführen, wie sie beim Würzekochen erwünscht ist. Nun ist aber thatsächlich die Erhitzung des Pfannenbodens bei direkter Feuerung nicht so hoch, wie man gewöhnlich annimmt.

Schwackhöfer fand die Temperatur des Pfannenbodens unmittelbar über dem Feuerherd bei zwei Versuchen zwischen 119 und 125°, bei einem Versuche zwischen 125 und 130° C. Im übrigen Teil der Pfanne ergab sich dieselbe im Mittel zu 115° C.

Daß thatsächlich in Bezug auf den Geschmack und die sonstige Beschaffenheit des Bieres kein Unterschied wahrzunehmen ist, zeigt deutlich ein Versuch, welcher von der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin in einer dortigen Brauerei ausgeführt wurde, wobei die gleichen Materialien in gleicher Weise einmal mit Anwendung der durch direkte Feuerung geheizten Maisch- und Würzepfanne, das anderemal mit Benutzung der von F. W. Pest gefertigten Dampfkochapparate verbraut wurden. Ein größerer Kreis von Sachverständigen war nicht imstande, einen durchgreifenden Unterschied im Geschmack der beiden Biere zu erkennen.

Es handelte sich hier allerdings um ein mehr helles, mittelfarbiges Bier, allein man darf wohl annehmen, daß sich bei bayrischem Biere die Verhältnisse nicht anders gestalten würden.

Bei dem gleichen Versuche wurde der Brennmaterialverbrauch festgestellt, worüber W. Goslich berichtet.

Obwohl in der betreffenden Brauerei zum direkten Feuern der Maisch- und der Würzepfanne ungewöhnlich wenig Kohlen erforderlich waren, nämlich 50 kg Kohle auf 100 kg Malz, während sich nach statistischen Erhebungen der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin der durchschnittliche Kohlenverbrauch für 100 kg Malz zu 94 kg ergab — so ist der Kohlenverbrauch der Dampfpfanne mit 41 kg doch noch erheblich geringer gewesen.

Goslich berechnet dem Kohlenverbrauch der Durchschnitts-Brauereien gegenüber eine Ersparnis von 56 pCt. durch Dampfkochung.

Als Vorzüge der Dampfkochung gegenüber der mit direkter Feuerung sind folgende anzuführen: 1) Die Temperaturregulierung beim Kochen der Maischen ist weit leichter und sicherer, da sie einfach durch Handhabung des Dampfventils vorzunehmen ist. 2) Das Anbrennen der Maische kann nicht mehr vorkommen, ebenso das Durchbrennen des Pfannenbodens. 3) Man hat nur eine Centralfeuerstätte nötig, die von einem geschulten Heizer bedient wird, während jetzt die verschiedenen Feuerungen von den Brauburschen besorgt werden. 4) Unter dem Dampfkessel kann jedes, auch das geringwertigste Brennmaterial verbrannt werden, während die Pfannenfeuerungen meist nur gute, an vielen Orten verhältnismäßig teure Kohlen beanspruchen. 5) Bei Neuanlage einer Dampfpfanne wird die Einmauerung erspart.

Die ersten Dampfbraupfannen wurden in Deutschland von Kuhn in Berg (Stuttgart) und F. W. Pest in Berlin eingeführt.

Vortrefflich bewährt haben sich ferner die kupfernen Dampfbraupfannen von Robert H. Guiremand-Berlin.

Fig. 222 stellt eine Dampfbraupfanne von F. W. Pest dar. Die Pfanne hat von dem Flansch an einen doppelten gewölbten Boden, in dessen Zwischenraum der Kesseldampf eintritt. Das Kondenswasser wird durch einen Kondensationstopf in ein Sammelgefäß abgelassen, um zum Speisen des Dampfkessels verwendet zu werden. Vorn an der Pfanne ist ein großer Wasserstandszeiger angebracht, so daß man an der daneben stehenden Skala den Stand der Flüssigkeit in Hektolitern ablesen kann. Das etwa 5 cm weite Glasrohr kann, wenn sich Maischteilchen in demselben angelegt haben, mit Wasser gespült werden. Zu dem Zwecke führt oben eine mit einem Hahn versehene Abzweigung zum Wasserzufluß. Letzterer versieht ein dicht unter dem Deckel laufendes, durchlöchertes Rohr mit Wasser. Das Rührwerk ist ein gewöhnliches Kettenrührwerk. Die Temperatur der Maische kann an einem Winkelthermometer abgelesen werden. Nach der Angabe desselben reguliert man das Dampfventil. Hinter dem Dampfeingangsventil ist ein Röhrchen abgezweigt, welches nach einem Manometer führt zur Beobachtung des Dampfdruckes während des Kochens.

(Ueber Versuche mit dieser Dampfbraupfanne siehe W. Goslich, Wochenschrift für Brauerei 1886, S. 490.)

Die Verwendung von Rohfrucht zum Bierbrauen.

Die im Malze enthaltene Diastasemenge ist groß genug, um beim Maischen nicht nur das Stärkemehl des Malzes, sondern auch noch eine gewisse Menge Stärke anderer Herkunft in Maltose und Dextrin umzuwandeln. Die Erkenntnis dieser

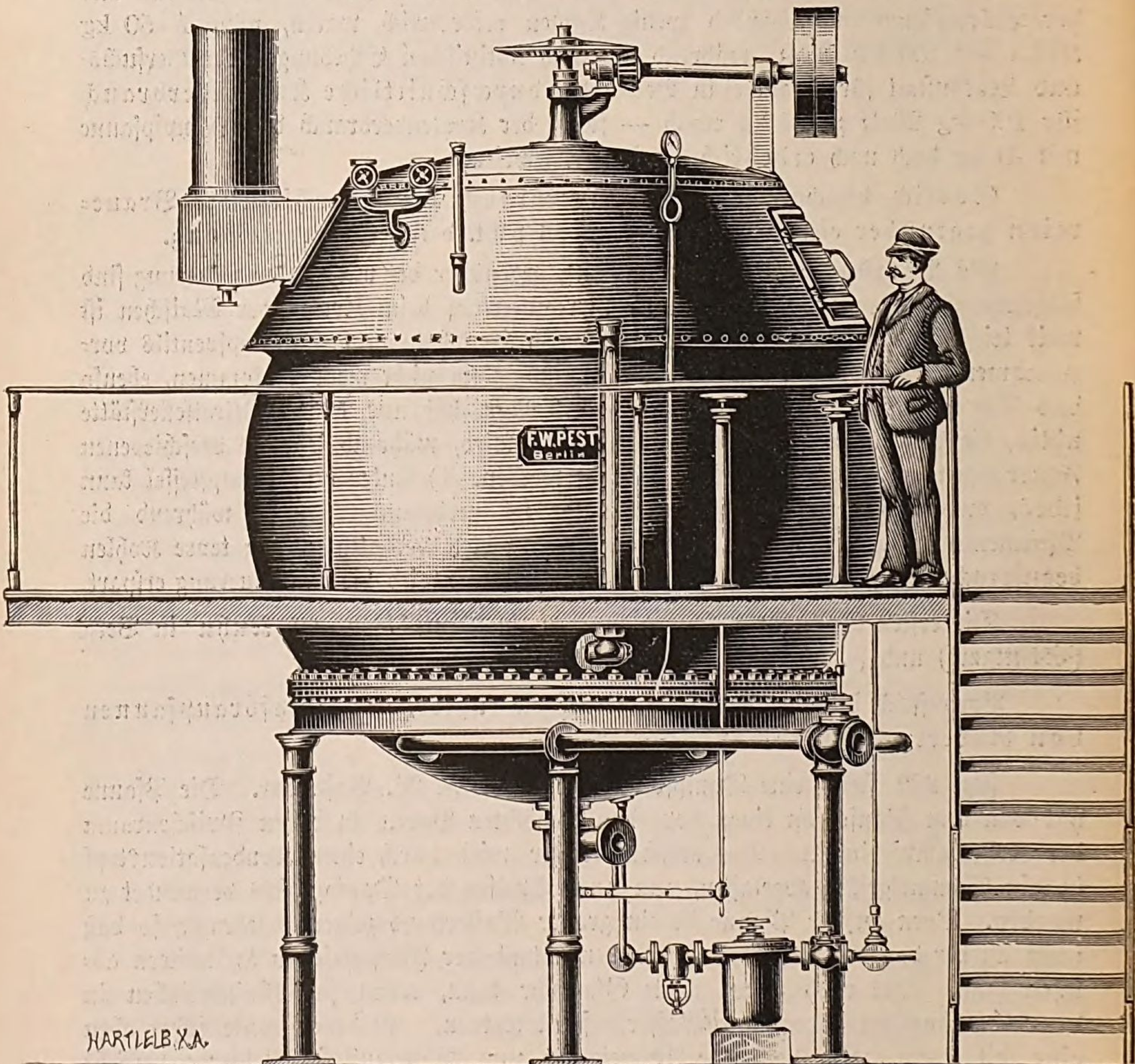


Fig. 222. Pestsche Dampfbraupfanne.

Thatsache führte zur Verwendung ungemälzten Getreides neben dem die Diastase liefernden Malze, zur sogenannten Rohfruchtbrauerei. Der Zweck, den man bei der Verwendung von Rohfrucht im Auge hat, kann ein doppelter sein, einmal der, billiger zu produzieren durch Ersparnis der Mälzungskosten oder die Haltbarkeit des Bieres zu erhöhen, indem man durch Einschränkung der Malzmenge den Gehalt des Bieres an stickstoffhaltigen Substanzen vermindert; denn von der

Rohfrucht gehen beim Maischen bei weitem weniger stickstoffhaltige Substanzen in Lösung als vom Malze. Bei der Verwendung von Rohfrucht handelt es sich daher in erster Linie darum, die extraktliefernde Stärke des Malzes zu ersetzen, die stärkereichsten Materialien sind darum auch die zweckmäßigsten und am häufigsten angewendeten, das sind der Mais und der Reis.

Beide kommen in feingemahlenem Zustande zur Verwendung, jedoch darf in der Regel nicht mehr an Mais als 30 pCt. vom Malzgewicht zum Maischen genommen werden, an Reis noch weniger, da sonst die Verzuckerung leicht unvollkommen bleibt, und die Ernährung der Hefe eine mangelhafte wird.

Bei der Verarbeitung von Mais will man gefunden haben, daß es nicht zweckmäßig ist, denselben direkt zu mahlen und zu vermaischen, weil hierbei das Bier durch das namentlich im Keimling des Maiskornes aufgespeicherte Fett einen unangenehmen, kratzenden Geschmack erhalte. Es wird deshalb der Mais in Amerika, wo er in ausgedehntem Maße zur Bierbrauerei Verwendung findet, geschält und entkeimt, darauf gemahlen und so als Braumais in den Handel gebracht. So behandelter Mais steht dem geschälten und gemahlenen Reis an Stärkegehalt kaum nach, wie aus den Analysen von Wahl und Henius (S. 388) hervorgeht.

Von anderer Seite hinwiederum ward ein ungünstiger Einfluß des Maisfettes auf das Bier nicht beobachtet. Dieser Widerspruch ist vielleicht damit zu erklären, daß in einem Falle, wo man einen ungünstigen Einfluß bemerkte, altes längere Zeit gelagertes Maismehl, im andern frisches verwendet wurde. Bei der Aufbewahrung von Maismehl verändert sich nämlich das Fett sehr rasch und wird gewissermaßen ranzig. Jedenfalls soll man daher stets frisches Mehl verwenden.

Mais- und Reisstärke sind widerstandsfähiger gegen die Diastase als Gersten- bezw. Malzstärke. Sie werden beide erst über 56° R in erheblichem Grade angegriffen und umgewandelt. Diesem Umstande ist bei ihrer Verwendung Rechnung zu tragen und sind dieselben, bevor sie mit der Diastase in Berührung gebracht werden, gut zu verkleistern.

Für die Verarbeitung von Reis teilt Windisch einige erprobte Maischverfahren mit, welche in gleicher Weise auch für Mais*) angewendet werden können:

I. Der mit Wasser gut durchgemischte Braureis wird in der Pfanne zur besseren Verflüssigung mit etwas Malzschrot langsam aufgewärmt, schließlich zum Kochen erhitzt und verkleistert. Der hierbei erhaltene wässerige Stärkekleister dient alsdann als Zubrühflüssigkeit, mit welcher die Malzmaische im Bottich auf 28° R aufgebrüht wird. Das weitere Arbeiten geschieht wie beim gewöhnlichen Dickmaischverfahren.

II. Bei Verwendung von nicht allzuviel Reis wird mit Erfolg so gearbeitet, daß der Reis zur ersten Dickmaische bei 56—60° R gestreut wird, natürlich mit der Vorsicht, daß die Bildung von Klumpen vermieden wird. Bei dieser Temperatur wird 20 Minuten bis ½ Stunde gehalten, dann zum Kochen erhitzt und wie gewöhnlich weiter verfahren. Ein Zusatz von Reis zur zweiten Dickmaische ist weniger zu empfehlen, jedoch bei der Verarbeitung größerer Mengen Reis nicht zu umgehen.

Will man ganz vorsichtig arbeiten, so kann man den Reisgries in einem

*) Vgl. auch Lintner (sen.). Lehrbuch der Bierbrauerei.

kleinen Bottich vorher mit warmem Wasser oder mit warmer Dünnmaische aus der Pfanne gleichmäßig durcharbeiten, und diese Reismaische alsdann in mäßigem Strahl zur Dickmaische bei 56—60° R zulaufen lassen. Die Auflösung erfolgt auf diese Weise sehr rasch.

III. Beim Arbeiten nach dem Kesselmaischverfahren teigt man den vorher verkleisterten Reis mit Malzschrot ein und arbeitet wie gewöhnlich, nur hält man die Temperatur von 48—52° R etwas länger als sonst.

Beim Kochen der meist zuckerreicheren Reiswürzen empfiehlt es sich, 25 pCt. Hopfen für einen Centner Reis mehr zu nehmen als für ein Centner Malz.

Die zum Maischen verwendeten Mengen Reis sind sehr verschieden. Manche Brauereien nehmen 1/12 der Schüttung an Reismehl, andere bis zu 30 pCt., wieder andere halten das Verhältnis 1 : 7 (1 Centner Malz, 7 Centner Reis) für das günstigste.

Reisbiere vergären gerne hoch, weshalb man die Gärung kalt führt und das Jungbier lauter faßt.

Maiswürzen sollen langsam klären, werden jedoch schließlich feurigblank.

In Reiswürzen und wohl auch in Würzen von geschältem und entkeimtem Mais soll die Hefe mangels stickstoffhaltiger Nährstoffe schneller degenerieren, und daher öfter gewechselt werden müssen.

Bei der Verarbeitung von nicht entschältem und entkeimtem Mais erhält man beim Abläutern einen sehr starken, eiweiß- und fettreichen Oberteig, was bei der Verwendung desselben als Viehfutter wohl zu beachten ist, während Reis und geschälter Mais natürlich keine nennenswerten Abfälle geben.

Wie Mais und Reis, so können selbstverständlich auch andere Cerealien als Zumaischmaterial verwendet werden, so Gerste, Weizen, Roggen, Hafer 2c. Man wird indessen hiervon doch wohl in den seltensten Fällen Gebrauch machen. Die ungemälzten Körnerfrüchte müssen stets viel feiner geschroten werden als das Malz, da das Stärkemehl in denselben bei der mangelnden Auflockerung des Mehlkörpers schwieriger blosgelegt und der Diastase zugänglich gemacht werden kann. Man hat daher auch das Maischen mit besonderer Vorsicht auszuführen. Schwierigkeiten, welche beim Abläutern durch ein zu festes Zusammensetzen der Treber eintreten können, sucht man dadurch zu begegnen, daß man beim Abmaischen abgebrühtes Strohhäcksel als Auflockerungsmittel zusetzt.

Auch Kartoffeln und Kartoffelstärke hat man zugemaischt. Es können jedoch die Kartoffeln selbst in gekochtem und zerkleinertem Zustande nicht direkt verwendet werden, da das Fruchtwasser dem Biere einen unangenehmen Geschmack verleiht. Man soll daher nach Siemens die Kartoffeln zerreiben und den Brei durch Auswaschen vollständig vom Fruchtwasser befreien. Die reine Stärke kann als Naßstärke oder getrocknet der Maische ohne weiteres zugesetzt werden.

Wenn nun auch, wie gesagt, die Menge der vorhandenen Malzdiastase ein Zumaischen von anderen stärkehaltigen Materialien gestattet, so ist dasselbe, wie aus dem oben Mitgeteilten ersichtlich, doch stets mit mehr oder weniger Schwierigkeiten verknüpft und erfordert besondere Aufmerksamkeit beim Arbeiten. Aus diesem Grunde und da der Vorteil namentlich bei Verwendung einer geringen Menge und nicht wesentlich billigerer Rohfrucht etwa hieraus entspringende Nachteile nicht immer

überwiegt, so werden kleinere, insbesondere landwirtschaftliche Brauereien von der Verwendung von Rohfrucht besser absehen. Für große Brauereien, welche lichtes und sehr haltbares Bier für überseeischen Export produzieren, kann dagegen die Verwendung von Reis von großem Vorteil sein. Endlich ist zu erwägen, daß ein Ersatz des Malzes durch Reis oder Mais in irgendwie nennenswertem Umfange doch nur für lichte Biere mit nicht sehr stark ausgeprägtem Malzaroma zulässig ist, während für die Bereitung von bayrischem Biere mit Rücksicht auf den Biergeschmack ein solcher gänzlich ausgeschlossen ist. Man würde sich einem groben Irrtume hingeben mit der Meinung, daß bei dem Versuche, ein bayrisches Bier unter Anwendung von Reis oder Mais zu brauen, man den Ausfall an aromatischen Malzbestandteilen durch ein stärkeres Rösten des zu verwendenden Malzes oder durch Farbmalz ersetzen könnte. Man würde dadurch wohl ein Bier von der Farbe, aber niemals vom Geschmacke des bayrischen erzielen. Der im bayrischen Malzaufschlaggesetze enthaltene Paragraph vom Verbote eines jeglichen Malzsurrogates liegt daher ganz und gar im Interesse der Erhaltung eines Bieres von der in Bayern und auch anderswo beliebten Geschmacksrichtung.

Englische Biere.

Die bekanntesten englischen Biersorten sind der Porter und das Ale*). Der Porter, von welchem noch eine besondere Sorte, der doppelte Porter oder Brown Stout gebraut wird, ist ein sehr extraktreiches, dunkel gefärbtes, das Ale ein hellfarbiges Bier.

Das Maischen geschieht nach dem Infusionsverfahren. Zur Bereitung von Porter verwendet man zwei Malzsorten, helles und dunkles Malz, ersteres in überwiegender Menge, dazu Farbmalz und Rohrzucker. Die Auflösung des Zuckers geschieht in einem besonderen Gefäße.

Die Malzmischung wird am Tage vor dem Einmaischen geschrotet. Das Einmaischen geschieht mittels Vormaischapparates, in welchem das Schrot mit dem zuckerhaltigen Maischwasser (Guß) von 75° C in Berührung kommt. Ist die Maische im Bottich, der zugleich als Läuterbottich dient, so läßt man, nachdem die Maischmaschine unmittelbar nach beendetem Einteigen in Gang gesetzt war, heißes Wasser von unten durch den Läuterboden zur Maische treten. Man überläßt nun die Maische bei 62° C etwa 1½ Stunde der Verzuckerung. Nach Ablauf dieser Zeit zieht man die erste Würze mit einer Konzentration von ungefähr 23° Balling. Darauf läßt man den Guß für die zweite Würze unter dem Läuterboden in den Bottich treten und zieht die zweite noch stark dunkle Würze mit ca. 15,5 pCt. Balling.

Zugleich mit dem Anschwänzen beginnt man die Würze in den Kessel zu pumpen.

Die beiden ersten Würzen mit ihren Nachgüssen machen die Hauptwürze aus. Sie werden nacheinander im Würzekessel mit Hopfen gekocht, wobei der

*) Ausführliche Angaben über die Bereitung von Porter und Ale siehe: Lintner (sen.), Lehrbuch der Bierbrauerei.

in der ersten Würze ausgekochte Hopfen noch einmal zur zweiten Würze verwendet wird.

Eine dritte Würze erzielt man durch Anschwänzen der Treber nach dem Ziehen der zweiten Würze. Dieselbe dient zur Bereitung von Dünnbier. Die gekochte Würze gelangt über Kühlapparate in Gärkästen, welche einen gehäuseartigen Aufsatz aus Brettern besitzen; die Gärkästen sind meist mit Kühlröhren für kaltes Wasser versehen.

Die Hauptgärung verläuft als Obergärung bei einer Temperatur von 14 bis 16° C und ist beim Stout nach 48, beim Porter nach 36, beim Dünnbier nach 24 Stunden beendet. Die Saccharometeranzeige beträgt nach der Hauptgärung beim Stout 6,8, beim Porter 4,5, beim Dünnbier 1,3 pCt.

Zur Nachgärung bringt man das Bier auf sogenannte Reinigungsgefäße oder auf Fässer, welche um ihre Achse drehbar und mit Steigröhren versehen sind, durch welche die ausgestoßene Hefe in eine Sammelrinne fließt, wo sie von dem mitgehenden Biere leicht getrennt werden kann. Die Reinigungsgefäße sind faßartige, aufrechte Bottiche, in deren oberen Boden am Rande ein viereckiges Stück ausgeschnitten ist, welche Oeffnung an drei Seiten von Brettchen eingefaßt, auf der vorderen Seite mit einem Abfluß für die ausgestoßene Hefe versehen ist.

Am ersten Tage der Nachgärung findet ein sehr heftiger Hefeausstoß statt, welcher stark mit Bier gemengt ist. Das ausgestoßene Bier, welches sich im Hefetroge leicht von der Hefe trennt, fließt von da in einen seichten Kasten, aus welchem es nach kurzer Zeit abgezogen und mit dem Porter gemengt wird. Die gewonnene Hefe dient zur Einleitung einer neuen Gärung oder wird als vorzügliche Preßhefe verkauft. Während der Nachgärung werden die Gefäße stets nachgefüllt, so daß sie bis zum Rande voll sind.

Die Nachgärung dauert 2—3 Tage. Nach Beendigung derselben findet keine Hefeausscheidung mehr statt und der Bierspiegel zeigt sich ruhig unter der Hefedecke. Die Saccharometeranzeige beträgt beim Stout 5,7 pCt., beim Porter 3,3 pCt. Die Biere sind reif und werden teils auf Lagerfässer, teils sogleich in die Ausstoßfässer abgezogen.

Der auf die Fässer abgezogene Porter gelangt schon in der ersten Woche zum Verkauf, der auf Lagerbottiche abgezogene eine Woche später, der Stout nach längstens vier Wochen.

Die für den Export bestimmten Biere werden in gleicher Weise, jedoch viel stärker eingebraut und lagern weit länger.

Zur Herstellung von Ale wird blos lichtes Malz verwendet. Man bereitet wieder zwei Würzen.

Für die Gewinnung der ersten Würze wird bei einer Schüttung von 29 Quarters (84,3 hl) Malz mit 44 Barrels (71,9 hl) Wasser von 77,7° C eingemaischt, nachdem man zuvor 3 Barrels (4,9 hl) heißes Wasser in den Bottich gebracht, um damit die Seihplatten zu bedecken und dadurch vor Verstopfung durch Malzschrot zu schützen. Zur Erhöhung der Temperatur in der Maische werden weitere 6 Barrel Wasser von 79° C zugegeben unter beständigem Gange des Rührwerks. Das dauert etwa 1/4 Stunde, worauf die Maische 5/4 Stunden der Ruhe überlassen bleibt. Darauf beginnt man mit dem Abläutern der ersten Würze, welche

ca. 22,0 pCt. Balling zeigt. Nach einer Stunde werden die Wechsel geschlossen und man schreitet zur Gewinnung der zweiten Würze.

Zu dem Behufe giebt man 25 Barrels (40,9 hl) Wasser von 87 ° C durch den Anschwänzapparat auf die Treber, maischt 10 Minuten und überläßt die Maische ebenso lang der Ruhe. Man pumpt indessen die Würze aus dem Grand in den Würzekessel, beginnt sodann mit dem Abläutern der zweiten Würze und dem Anschwänzen mit Wasser von 86 ° C.

Dem ersten Sude 91,5 Barrel (149,5 hl) werden 252 engl. Pfund (114,3 kg) Hopfen aus gleichen Teilen von der vorletzten und letzten Ernte bestehend zugegeben. Noch ehe der Kessel voll ist, wird der alte Hopfen gleichzeitig mit 22 Zntr. (1117,6 kg) Stärkezucker zugesetzt, nach einstündigem Kochen der neue. Die gekochte Würze (82,5 Barrel 134,8 hl) wird mit der Konzentration von 23,3 pCt. Balling durch den Hopfenseiher auf den Kühler abgelassen.

Die zweite Würze (85,75 Barrel 140 hl) wird drei Stunden mit dem schon einmal verwendeten Hopfen gekocht. Dieselbe besitzt dann eine Dichte von 4,3 pCt. Balling.

Die Würze wird in zwei Gärkästen mit Hefe (1,02 Pfd. pro Barrel, 0,28 kg pro hl) angestellt und derartig gemischt, daß sie im Gärkasten etwa 16 pCt. Balling zeigt. Die Hauptgärung dauert 2—3 Tage, die Nachgärung, welche entweder ebenfalls in den Gärkästen oder in besonderen Bottichen verläuft, in ersteren zwei Tage, in letzteren länger. Zur Belebung der Gärung setzt man zuweilen ein Gemisch von gleichen Gewichtsteilen Weizenmehl und Kochsalz zur gärenden Würze. Die Schaumdecke erreicht eine Höhe von mehr als 1 m. Durch einen in der Ecke des Gärkastens angebrachten Trichter, dessen Rand mit dem Bierspiegel in gleicher Höhe gestellt werden kann, wird der Hefeschaum entfernt und sobald er dichter geworden, in einem untergestellten Fasse aufgefangen. Nach Beendigung der Hauptgärung wird das Bier in Reinigungskasten und Reinigungsbottiche abgelassen und von diesen, nachdem es sich geklärt, auf Fässer abgezogen. Beim Abziehen werden die Wechsel sämtlicher Reinigungsbottiche gleichzeitig geöffnet, so daß das Bier derselben mit einander vermengt in die Ausstoßfässer gelangt. Die Saccharometeranzeige des Bieres zeigt 5,7 pCt. Balling.

P o r t e r und A l e, welche ein höheres Alter erreichen sollen, werden noch stärker eingebraut (20 pCt. Ball.) und lagern, von den Reinigungsbottichen abgezogen, in geschlossenen Lagerbottichen oft jahrelang.

E x p o r t - A l e enthält noch etwa 1 Pfd. engl. feinen O s t - K e n t e r oder S a a z e r H o p f e n pro Barrel ins Transportfaß.

Die b e s t e n A l e kommen von Burton on Trent.

Belgische Biere.

Die in B e l g i e n einheimischen Biere führen die Namen L a m b i c, F a r o und M a r s. In ihrem Geschmack und ihrer Erzeugungsweise weichen sie von den bei uns beliebten Bieren in hohem Grade ab.

Zu ihrer Bereitung wird neben G e r s t e n m a l z in ausgedehntem Maße R o h f r u c h t verwendet und zwar hauptsächlich W e i z e n, vereinzelt H a f e r und

Buchweizen. Weizenspreu wird dem Maischgut zugesetzt, um das Abläutern zu erleichtern.

Zum Maischen wendet man die Infusionsmethode an, wobei mehrere kleine Güsse oft 7—8mal gemacht werden. Die Schüttung, meist aus gleichen Teilen Gerstenmalz und Weizen bestehend, wird in dem Maischbottich mit warmem Wasser eingemaischt, so daß die Temperatur der Maische 42 ° R beträgt. Die erste Würze wird nun gleich gezogen, indem man in kleineren Brauereien spitze Körbe aus Weidenruthengeflecht in die Maische einsenkt und die trübe Würze aus denselben ausschöpft. In besser eingerichteten Brauereien bedient man sich anderer Abläuterungsvorrichtungen. Die Würze wird nun in der Braupfanne zum Kochen erhitzt und wieder auf die Maische im Bottich gebracht, worauf wieder gemaischt und Würze abgezogen wird. Diese Operation wird nochmals wiederholt, bis zur Erreichung der Abmaischtemperatur, worauf abgeläutert und die Treber durch mehrere Aufgüsse ausgezogen werden. Die ersten stärkeren Würzen dienen zur Bereitung des Lambic, eines stärkeren Bieres, die letzten zur Herstellung des schwächeren Mars. Aus je 100 kg Schüttung, zu gleichen Teilen aus Malz und Weizen bestehend, erhält man 230 l Lambic von 15—16 pCt. Balling und 230 l Mars von etwa 8 pCt*). Die erhaltenen Würzen werden 12 Stunden mit Hopfen gekocht (½ kg pro 1 hl). Die gekochte Würze wird nur auf dem Kühlschiff abgekühlt und auf Fässer von 2 hl Inhalt abgezogen, in welchen sie im oberirdischen Gärraum der Selbstgärung überlassen werden. Ohne besonderen Hefezusatz tritt die Gärung durch in der Luft der Gärräume reichlich vorhandene Hefepilze von selbst ein; zuweilen, jedoch selten, verwendet man zur Einleitung der Gärung wohl etwas Oberhefe oder gärende Maische.

Die Selbstgärung tritt nach wenigen Tagen, oft erst nach Wochen ein und dauert zehn, ja selbst zwanzig Monate; die Temperatur während der Gärung beträgt 7—10 ° R. Die Spundöffnungen bleiben fast während der ganzen Dauer der Gärung offen, weshalb von Zeit zu Zeit Würze nachgefüllt werden muß. Das Bier kommt gewöhnlich erst nach 20 bis 24 Monaten zum Verkauf. Die Würze für Lambick, welche 12—15 pCt. zeigt, attenuiert bei dieser langsamen Gärung auf 5—2½ pCt.

Für die Herstellung von Faro werden die Lambick- und Marswürzen gemischt, häufiger jedoch mischt man den Faro aus gleichen Teilen der fertigen Biere.

Bei der lange andauernden Selbstgärung erhält das Bier jedenfalls durch die Anwesenheit gewisser wilder Hefen einen feinen, weinigen Geruch, während der Geschmack sehr bitter und hart wird und ein Zurichten und Verschneiden des Bieres nötig macht. Man vermischt älteres mit jüngerem Biere, giebt dem Lambick und Mars Zucker oder Syrup zu, vermischt das Bier auch, um ihm Trieb zu geben, mit 12—15 pCt. frisch bereitetem, durch Hefe vergorenem Biere. Die bei den Konsumenten beliebte Farbe erteilt man ihm durch Zusatz eines ganz dunklen Farbebieres.

Die belgischen Biere enthalten viel Milchsäure, welche ihnen einen eigentümlichen Geschmack verleiht und sind von einer sehr bedeutenden Haltbarkeit.

---

*) Prof. Alois Schwarz, Brautechnische Reiseskizzen, Frankfurt a. O., L. Waldmanns Verlag. 1886.

Das Bier und seine Bestandteile.

Die Bestandteile des Bieres sind: Wasser, Kohlensäure, Alkohol und Extrakt. Letzterer umfaßt die Gesamtmenge der nichtflüchtigen Bestandteile.

Kohlensäure. Die Kohlensäure ist ein wichtiger Bestandteil des Bieres. Sie macht dasselbe erfrischend und regt zum Genusse an. Fällt dem Brauer die Aufgabe zu, die Kohlensäure im Biere anzusammeln, was im wesentlichen bei der Nachgärung geschieht, so hat der Wirt nicht minder darauf zu achten, dieselbe beim Ausschanke dem Biere zu erhalten einerseits durch Aufbewahrung des Bieres an einem kühlen Orte, andererseits durch zweckentsprechendes Verfahren beim Abzapfen auf die Trinkgefäße.

Der mittlere Kohlensäuregehalt des untergärigen Bieres beträgt 0,2—0,3 pCt. (0,2—0,3 gr auf 100 gr Bier). Stark moussierende obergärige Biere enthalten mehr: Münchener Weißbier z. B. bis zu 0,6 pCt. Sehr geschätzt beim Biere ist die Eigenschaft, die Kohlensäure auch an freier Luft im Glase festzuhalten und nur langsam abzugeben. Auf dieses Verhalten ist der Extraktgehalt des Bieres von Einfluß. Extraktreiche Biere halten die Kohlensäure länger fest als extraktarme. Auch der Alkohol spielt dabei eine gewisse Rolle.

Alkohol. Der Alkoholgehalt beträgt bei leichten Bieren 2,5—3 Gew.-pCt., bei Lagerbieren 3,5—4,5 Gew.-pCt. Ein Alkoholgehalt von mehr als 4,5 Gew.-pCt. ist bei deutschen Bieren selten. In dieser Verdünnung kommen lediglich die guten, diätetischen und anregenden Eigenschaften des Alkohols zur Geltung, weshalb das Bier bei seiner sonstigen zweckentsprechenden Zusammensetzung als dasjenige alkoholische Getränk anzusehen ist, welches in erster Linie berufen ist, den so verderblichen Branntweingenuß einzuschränken. Je leichter den unteren Klassen der Bevölkerung das Bier zugänglich ist, um so eher werden sich dieselbe vom Branntweine abwenden.

Extrakt. Die Bestandteile des Extraktes sind an Kohlenhydraten Dextrine, Isomaltose, geringe Mengen von Maltose und Dextrose, ferner sind vorhanden Gummikörper, stickstoffhaltige Stoffe (Proteïne, Amide), Hopfenbitter bezw. Harz, Glycerin, Bernsteinsäure, Mineralstoffe und eine kleine Menge anderer, teils aus dem Malze (Röstprodukte), teils aus dem Hopfen (Gerbstoff, Cholin 2c.), teils aus der Hefe stammender Körper.

Der Extraktgehalt beträgt bei untergärigem Lagerbiere durchschnittlich 5—7 pCt., bei leichteren Bieren sinkt er auf 3—4 pCt. und erhebt sich bei starken Bieren (Bock, Salvator 2c.) auf 8—10 pCt. Ball.

Das Verhältnis der einzelnen Extraktbestandteile zu einander unterliegt je nach der Beschaffenheit des Malzes, der Braumethode, der Konzentration der Stammwürze 2c. gewissen Schwankungen. In überwiegender Menge zu etwa 50—55 pCt. des Extraktes ist stets Dextrin vorhanden, während der Zucker etwa 25—30 pCt. und die Gesamtmenge der übrigen Bestandteile etwa 20 pCt. des Extraktes betragen. Der Zucker des Bieres besteht vorwiegend aus Isomaltose. Durch seinen Gehalt an leicht verdaulichen Kohlenhydraten steht ein extraktreiches Bier auf der Grenze zwischen Nahrungs- und Genußmittel.

Der Stickstoffgehalt des Bierextraktes überschreitet in der Regel nicht 1 pCt. Die demnach in verhältnismäßig geringer Menge vorhandenen stickstoffhaltigen Be-

standteile sind nur zum Teil Proteïne, zum Teil noch wenig gekannte sogenannte Amide.

An Glycerin finden sich im Biere etwa 0,2—0,3 pCt.

Der Gehalt an Mineralstoffen erreicht höchstens 0,3 pCt. Beschränkt man sich auf die Hauptbestandteile, so kann man im allgemeinen annehmen, daß $^1/_3$ der Mineralstoffe aus Kali, $^1/_3$ aus Phosphorsäure und $^1/_3$ aus Magnesia, Kalk, Kieselsäure, Schwefelsäure und Chlor besteht.

Von Kohlensäure befreites Bier zeigt noch saure Reaktion. Diese rührt her von sauren Phosphaten, von Spuren von Milchsäure, Oxalsäure, Essigsäure und Bernsteinsäure. Drückt man die Acidität des Bieres in Kubikzentimeter Normallauge aus, so erreicht dieselbe unter normalen Verhältnissen kaum mehr als 2,5 cc pro 100 gr Bier.

Der Geschmack des Bieres ist im wesentlichen abhängig:

1. von der Beschaffenheit des verwendeten Malzes und zwar vorzugsweise von der Darrung desselben;
2. vom Brauverfahren (Dekoktion oder Infusion);
3. von der Konzentration der Stammwürze bezw. dem Extraktgehalte des Bieres;
4. von der Menge und Qualität des verwendeten Hopfens und der Art der Verwendung desselben;
5. von der Gärführung, der Art der Hefe und der Lagerzeit des Bieres.

Fehler und Krankheiten des Bieres.

Die Fehler des Bieres beinträchtigen dessen Wohlgeschmack und Aussehen, ohne es jedoch für den Genuß gänzlich untauglich zu machen. Unter Krankheiten des Bieres sind dagegen jene Zustände zu verstehen, in welchen das Bier, falls dieselben nicht rechtzeitig erkannt und bekämpft werden, dem völligen Verderben entgegengeht. Die Krankheiten des Bieres, welche stets durch Mikroorganismen bewirkt werden, bedingen natürlich stets Fehler desselben, während dagegen nicht alle Fehler auf die Wirkung von Mikroorganismen zurückzuführen sind, wie der Pechgeschmack, die Kleistertrübung u. s. w. Die Veranlassung zu Fehlern und Krankheiten im Biere kann eine sehr mannigfaltige sein. Sie kann zu suchen sein in der Verwendung mangelhafter Materialien, in mangelhaften Einrichtungen, Unachtsamkeit im Betriebe, besonders bei der Malz- und Würzebereitung, in Infektionen von Außen, in Unreinlichkeit im Betriebe überhaupt.

Betrachten wir zunächst die häufigeren Geschmackfehler des Bieres, so begegnen wir nicht selten einem widerlich bitteren Geschmacke. Nach Hansens Untersuchungen wird ein solcher hervorgerufen durch unreine Gärungen, bei welchen die Stellhefe durch die Anwesenheit von Saccharomyces Pastorianus I verunreinigt ist. Die Einführung reiner Hefe beseitigt den Uebelstand.

Ein intensiv bitterer Geschmack tritt auch auf, wenn die Decke am Ende der Hauptgärung durchfiel und eine übermäßige Menge von Hopfenbitter im Biere gelöst ist.

Bei Verwendung geringwertigen Hopfens, zu starker Hopfenangabe oder zu langem Kochen erhält das Bier einen herben, rauhen Geschmack.

Der Pechgeschmack rührt entweder von einer schlechten Beschaffenheit des Peches her, oder weit häufiger von Unachtsamkeit beim Pichen der Fässer.

In all diesen Fällen können die Fehler des Bieres durch Verschneiden bis zu einem gewissen Grade ausgeglichen werden.

Junges, ungenügend abgelagertes Bier schmeckt mehr oder weniger nach Hefe. Bei entsprechend langem Lagern verliert sich der Hefegeschmack.

Bei Mangel an Kohlensäure schmeckt das Bier schal und es tritt zudem jeder an sich unbedeutende Geschmackfehler schärfer hervor. Durch Aufkräusen des Bieres kann dem Uebelstande abgeholfen werden.

Schale Biere werden leicht sauer und zwar durch die Bildung von Essigsäure, eine Erscheinung, welche bereits zu den Krankheiten des Bieres zählt und dasselbe schließlich dem Verderben überliefert. Jedoch hat man das Sauerwerden des Bieres im allgemeinen nur bei mangelhafter Reinlichkeit im Betriebe oder bei zu langem Lagern des Bieres in schlechten Lagerkellern von einer hohen Temperatur zu fürchten. Um das Bier vor dem Verderben zu bewahren, hat man einen Zusatz von antiseptischen Mitteln empfohlen, insbesondere eine Lösung von saurem schwefligsaurem Kalk und von Salizylsäure; allein derartige Zusätze verstoßen gegen das Gesetz (in Bayern gegen § 7 des Malzaufschlaggesetzes, im deutschen Reiche überhaupt gegen das Nahrungsmittelgesetz) und bringen ein Bier nur in Mißkredit. Zudem hat man im Pasteurisieren ein vorzügliches Mittel das Bier haltbar zu machen.

Ein unangenehm dumpfer Geschmack des Bieres ist stets einem Mangel an Reinlichkeit im Gär- oder Lagerkeller zuzuschreiben.

Trübungen im Biere beeinträchtigen nicht nur das einladende Aussehen desselben, sondern sind häufig Begleiterscheinungen von Krankheiten, welche schließlich das Bier unbrauchbar machen können. Man hat daher den Trübungen, auch wenn sie erst in geringem Grade als sog. „Schleier“ bemerkbar sind, die größte Beachtung zu schenken.

Eine sehr häufig vorkommende Trübung, welche jedoch, solange sie nur als zarter Schleier auftritt, an und für sich meist harmlos erscheint, ist die Kleistertrübung. Dieselbe wird verursacht durch ungenügende Umwandlung des Stärkemehls beim Maischprozeß durch die Diastase, was hinwiederum zurückzuführen ist auf Fehler in der Malzbereitung (Bildung von Glasmalz, zu starke Verminderung der Diastase durch unvorsichtiges Darren) oder beim Maischen (Verbrühen des Malzes, zu rasche Temperatursteigerung beim Dickmaischkochen). Auch durch Anschwänzen mit Wasser von zu hoher Temperatur (über 65° R) kann Kleistertrübung entstehen. Selbst bei vollkommen normalem Verlaufe des Maischprozesses enthalten die Treber stets noch etwas halb aufgeschlossenes Stärkmehl, welches durch zu heißes Anschwänzwasser in Lösung gebracht, später sich wieder ausscheidet, Trübung verursachend. Die trübenden Bestandteile bei der Kleistertrübung sind lösliche Stärke und derselben nahestehende Dextrine, Amylodextrine und Erythrodextrine. Dieselben sind in der heißen Würze löslich und scheiden sich in der Kälte und mit zunehmendem Alkoholgehalt im Gär- oder Lagerkeller zum Teil wieder aus. Die Kleistertrübung kann mit Jodlösung leicht nach-

gewiesen werden. Erhält man direkt im Biere eine blauviolette Reaktion, so liegt eine starke Trübung vor, bedingt durch grobe Fehler bei der Malz- oder Maischebereitung. In diesem Falle wird die ganze Zusammensetzung der Würze eine abnormale sein und die Kleistertrübung andere Uebelstände im Gefolge haben. Ist die Trübung nur gering und von Amylo- oder Erythrodextrin herrührend, so ist dieselbe meist nicht ohne weiteres im Biere nachweisbar. Man verfährt dann zweckmäßig in der Weise, daß man 25 cc Bier mit 75 cc absoluten Alkohol versetzt, das ausgeschiedene Dextrin sich absetzen läßt, die überstehende Flüssigkeit abgießt, den Rückstand in einer flachen Porzellanschale abdampft und zu dem Trockenrückstand einen Tropfen Jodlösung setzt. Bei Kleistertrübung bildet sich um den Tropfen alsbald ein rotvioletter Hof. Verfügt man über eine kräftig wirkende Saugpumpe, so kann man etwas Bier durch ein Asbeströhrchen filtrieren und den Rückstand im Röhrchen mit einem Tropfen Jodlösung befeuchten und darauf mit einem Tropfen Wasser nachwaschen. Ist Kleistertrübung vorhanden, so bleibt ein dunkler Fleck auf dem weißen Asbest. Solche minimale Kleistertrübungen kommen auch bei einer sonst normalen Beschaffenheit der Würze vor und sind, wie bereits erwähnt, an und für sich ungefährlich. Durch einen Zusatz von Malzmehl, das man von den Spelzen absiebt, kann man eine Kleistertrübung im Lagerfaß aufheben.

Als Glutintrübung bezeichnet man eine Erscheinung, bei welcher das Bier durch ausgeschiedene Proteïnstoffe und zwar meist Kleberproteïnstoffe von den Eigenschaften des Muzedins getrübt ist. Durch gelindes Erwärmen verschwindet die Trübung. Sind in der Flüssigkeit Flöckchen vorhanden, welche nach längerem Stehen sich zu Boden setzen, so geben dieselben die bekannten Eiweißreaktionen, sie lösen sich in 63 Vol.-prozentigem Alkohl und werden durch absoluten Alkohol aus der Lösung gefällt (Eigenschaft des Muzedins). Eiweißtrübungen sollen besonders bei Verarbeitung sehr proteïnreicher Gerste oder mangelhaft gedarrten Malzes vorkommen.

Ziemlich selten sind Harztrübungen verursacht durch die Ausscheidung von Hopfenharzkörperchen, sie treten auf bei Verwendung unvollkommen ausgereiften Hopfens. Man erkennt dieselbe durch Untersuchung des Bierabsatzes unter dem Mikroskope.*) Es finden sich kleine gelbe, bis dunkelbraune Körnchen oder krümlige Massen, welche meist zu größern oder kleinern Klümpchen zusammengeballt erscheinen. Dazwischen liegen größere rundliche hellgelb-braune Tropfen oder Körner mit dunklem scharfem Rand und von starkem Lichtbrechungsvermögen, welche alter wilder Hefe oder Torula ähnlichen Organismen sehr gleichen. Um eine Täuschung in dieser Richtung auszuschließen, setzt man dem Präparat einen Tropfen 10 prozentiger Kalilauge zu, wodurch die Harzausscheidungen aufgelöst werden.

Die aufgeführten, durch chemische Körper bemerkten Trübungen lassen sich durch ein Schönen des Bieres mit Hausenblase oder durch Filtrieren beseitigen.

Die Hausenblase (bekanntlich die getrocknete Schwimmblase mehrerer Störarten) wird zu dem Behufe nach Neßler folgendermaßen zubereitet: 10 g fein zerschnittene Hausenblase werden 24 Stunden in Wasser eingeweicht, letzteres abgegossen, durch 1 Liter Wein ersetzt, öfter gut geschüttelt und dann, wenn die Hausen-

---

*) Dr. H. Will, Ueber die Untersuchung von Bierabsätzen. Ber. über die 5. Vers. der freien Vereinigung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie. Berlin. Julius Springer.

blase gleichmäßig aufgequollen ist, durch starke Leinwand gepreßt. Statt des Weines kann man sehr gut eine Lösung nehmen von 5 g Weinsäure und wenn die Lösung aufbewahrt werden soll, 1—1½ Deziliter fuselfreien Weingeist, mit Wasser zu einem Liter verdünnt.

Von Hausenblase bester Qualität genügt 1 g pro Hektoliter Bier.

Zweckmäßig wird man stets einen Klärversuch im kleinen zur Orientierung ausführen.

Als Ersatz für Hausenblase kann die bedeutend billigere Gelatine dienen. Sie wird im Wasser von etwa 40° R aufgelöst dem Bier in einer Menge von etwa 10 g pro Hektoliter zugesetzt.

Häufiger als die angeführten Trübungen (etwa mit Ausnahme der Kleistertrübung) sind die durch Mikroorganismen und zwar in erster Linie durch Hefe verursachten. Dieselben lassen sich meist auf Fehler im Betriebe zurückführen, sei es, daß durch mangelhaftes Darren und Maischen die Würzen der richtigen Zusammensetzung für die Klärung bei der Nachgärung entbehren, sei es, daß eine unrationelle Behandlung des Bieres bei Haupt- und Nachgärung die Ursache ist. In solchen Fällen können die trübenden Hefezellen einer Kulturhefe angehören. Durch Spänen und Aufkräusen des Bieres kann man dann erfolgreich einschreiten.

Nicht selten jedoch rührt eine derartige Trübung von der Anwesenheit wilder Hefen her und in diesem Falle kann sie bei einem sonst völlig normalen Betriebe auftreten, wenn die Stellhefe mit wilder Hefe verunreinigt war, oder sonst eine starke Infektion stattfand. Von den wilden Hefen ist es hauptsächlich Sacharomyces Pastorianus III, welcher Trübungen erregt. Die Hansensche Methode der Hefenanalyse macht es möglich, die Art der trübenden Hefen zu erkennen. Durch sorgfältige und sachgemäße Führung reiner Hefe schützt man sich am besten gegen den Uebelstand.

Bakterientrübungen — seltener als Hefetrübungen — werden meist durch die Anwesenheit von Sarcinaorganismen hervorgerufen. Neben der Sarcina treten zuweilen auch andere Bakterien (Stäbchen) auf und man kann dann im Zweifel sein, ob jene oder diese die Ursache der ungünstigen Veränderungen im Biere gewesen sind. Bakterientrübe Biere enthalten fast immer auch reichlich Hefe.

Das Vorkommen von Bakterien und Hefe, namentlicher wilder Hefe im Bier führt nicht nur zu Trübungen, sondern wenn dasselbe eine gewisse Ausdehnung erreicht hat, zu Geschmacks- und Geruchsveränderungen, mit einem Wort zu Krankheiten des Bieres, welche schließlich das Verderben desselben besiegeln.

Konservierung des Bieres.

Das Bier besitzt nur eine beschränkte Haltbarkeit, denn einerseits enthält jedes Bier immer noch einzelne Hefezellen, welche unter geeigneten Bedingungen sich weiter entwickeln, andererseits ist das Bier bei seinem geringen Alkoholgehalte und seinem Gehalte an Kohlenhydraten, Eiweiß- und Mineralstoffen ein guter Nährboden für zahlreiche Mikroorganismen, welche von außen in das Bier gelangen können.

Für gewöhnlich und selbst für einen weiten Export ist nun eine Konservierung des Bieres durch Kälte (Anwendung von Eis) am zweckmäßigsten.

Wenn man jedoch von einer Verwendung von Eis absehen muß und es nicht zu vermeiden ist, daß das Bier höheren Temperaturen (20° C und darüber) ausgesetzt wird, so hat man besondere Konservierungsmittel anzuwenden.

Das beste derartige Mittel ist nun unstreitig das Pasteurisieren — von Pasteur zuerst für Wein angewendet. Dasselbe besteht in der Einwirkung einer Temperatur von 50—60° C auf in geschlossenen Gefäßen befindliches Bier. Bis jetzt wird das Pasteurisieren allerdings nur für Flaschenbier mit Erfolg durchgeführt, die bekannten Verfahren, Faßbier zu pasteurisieren, haben sich bis jetzt nicht eingebürgert. Die Ausführung gestaltet sich sehr einfach in der Art, daß die auf 4—5 cm unter dem Korke gefüllten gut verschlossenen Flaschen in einem Wasserbade zwei Stunden auf 50—60° C erhitzt werden. Hierdurch werden die im Biere befindlichen Mikroorganismen vernichtet und damit die Haltbarkeit des Bieres gesichert.

Chemische Konservierungsmittel, wie Salizylsäure, Borsäure, sowie saurer schwefligsaurer Kalk wirken nur in verhältnismäßig großen Dosen und sind aus diesem Grunde zu verwerfen. In Deutschland verstoßen derartige Zusätze gegen das Nahrungsmittelgesetz.

Die Fässer und das Pichen.

Im Brauereibetriebe sind zwei Arten von Fässer erforderlich, die Lagerfässer und die Transportfässer.

Die Lagerfässer haben einen Rauminhalt von 5—100 hl (kleine L. fassen 5—20 hl, mittlere 20—60 hl, große 60—100 hl selten mehr). Sie werden aus bestem Eichenholze hergestellt und mit starken eisernen Reifen umgeben. An großen Lagerfässern werden im Boden durch Thürchen verschließbare Oeffnungen angebracht, durch welche der Arbeiter zum Zwecke der Reinigung des Fasses in das Innere desselben gelangen kann. Die Thürchen werden meist von innen eingesetzt und durch einen eisernen Bügel festgehalten. Im Boden des Fasses (bei Thürchenfässer im Thürchen) befindet sich das Zapfloch, welches von innen mit einem großen Korke verschlossen wird, in der Wandung ist das Spundloch angebracht, welches man nach Bedarf mit einem in Pech eingetauchten hölzernen Spunde verschließt

Die Transportfässer werden gleichfalls am zweckmäßigsten aus Eichenholz gefertigt; doch wendet man auch andere harte Holzarten an, wie Buchen- und Eschenholz. Die Größe der Transportfässer übersteigt selten 1 hl. Wenn zum Ausschank Bierdruckapparate angewendet werden, müssen die Fässer einen Druck von mindestens 1 bis zu 3 Atmosphären aushalten können. Sowohl von den Lager- wie von den Transportfässern wird der Fassungsraum festgestellt und nebst der fortlaufenden Nummer auf dem Fasse vermerkt.

Die Fässer — Lager- und Transportfässer — werden im Innern mit Pech ausgekleidet, um so einen vollkommen glatten, dichten, leicht zu reinigenden und leicht zu erneuernden Ueberzug über das poröse Holz zu schaffen.

Von dem Brauerpeche verlangt man, daß es keine Geschmackstoffe an das Bier abgebe, ferner daß es an den Wandungen der Fässer fest hafte, ohne bei Erschütterungen abzuspringen.

Man bereitet das Pech aus dem Harze verschiedener Nadelbäume, dem Terpentin. Letzteres wird gewonnen, indem man Einschnitte in die Bäume macht und

das ausfließende Harz sammelt. Das Terpentin besteht aus Terpentinöl Abietinsäureanhydrid und etwas freier Abietinsäure. Destilliert man das Terpentin ohne Wasserzusatz, so bleibt Kolophonium zurück, welches aus amorphem Abietinsäureanhydrid besteht. Das Kolophonium macht den Hauptbestandteil des Brauerpechs aus. Zur Bereitung des letzteren verfährt man nun in verschiedener Weise.

Man destilliert z. B. von dem Terpentin das Oel bis auf einen kleinen Rest ab, welcher, beim Kolophonium verbleibend, diesem die für das Pech erwünschte Weiche verleiht. Das Produkt wird dann häufig noch mit Ocker gefärbt und als sogenanntes Rothpech in den Handel gebracht.

Am häufigsten wohl wird das Pech aus Kolophonium durch Zusammenschmelzen desselben mit 10—12 pCt. Harzöl hergestellt.

Das Harzöl — aus Kohlenwasserstoffen bestehend — wird durch trockene Destillation von Kolophonium erhalten. Auch dieses Pech wird häufig mit Curcuma oder Ocker lichtgelb gefärbt; zuweilen erhält dasselbe beim Schmelzen noch einen Zusatz von Wasser. Ist das eine mindestens überflüssig, so ist das andere geradezu unzweckmäßig, da solche mit Wasser versetzte Peche im Pechkessel stark schäumen.

Außer Harzöl werden zum Weichmachen des Kolophoniums 5 bis 6 pCt. Schweinefett, Sesamöl, Leinöl oder Baumwollsamenöl u. dergl. verwendet.

Man schmilzt das Kolophonium am besten in einem kupfernen Kessel bei nicht zu starker Hitze (da das Kolophonium bei 140° C schmilzt, kann man hierzu auch überhitzten Wasserdampf verwenden) und rührt darauf den weich machenden Zusatz ein.

Das Pichen — Auskleiden der Fässer mit Pech — geschieht entweder durch Handarbeit oder mittels Pichmaschinen. Zum Pichen der Transportfässer haben in den größeren Brauereien die Maschinen allgemein Eingang gefunden, während man für die großen Lagerfässer noch vielfach das Pichen mit der Hand vorzieht. Das Pichen ist unter Umständen mit einer Explosionsgefahr verbunden und zwar das Maschinenpichen in höherem Grade als das Handpichen. Durch Ueberhitzung des Peches entstehen nämlich gasförmige Zersetzungsprodukte (Wasserstoff, Kohlenoxyd, Grubengas ꝛc.), welche mit Luft explosive Gemische bilden können. Nach Bunte ist das Gemisch nicht explosiv, wenn der Luft weniger als 5 pCt. und mehr als 30 pCt. brennbare Gase beigemengt sind. Zur Vermeidung von Explosionen beim Pichen hat man daher einerseits die Entstehung solcher Gemische thunlichst zu verhindern, andererseits, wenn dieselben doch entstanden sein konnten, eine Entzündung derselben zu verhüten.

H. Bunte*), welcher auf Veranlassung des deutschen Brauerbundes die einzelnen Pichverfahren und Apparate auf ihre Explosionsgefahr geprüft hat, gelangte auf Grund seiner Studien zur Aufstellung folgender Regeln zur Vermeidung von Explosionen beim Faßpichen:

---

*) Die Explosionsgefahr beim Faßpichen und die Mittel zu deren Verhütung. München, R. Oldenbourg.

I. Faßpichen mit offener Flamme

ohne Apparate und mit den Apparaten von Großmann, Jung, Steinhauser und ähnlichen.

1. Das Pech darf beim Eingießen in das Faß nicht überhitzt sein (ca. 250° C).

2. Es dürfen nur kleine Mengen von Pech auf einmal eingegossen werden (ca. 3—4 l auf ein Lagerfaß mit 30—40 hl).

3. Das Pech muß sofort nach dem Einbringen in das Faß entzündet werden.

4. Zum Pichen kommende Fässer müssen trocken sein.

5. Erlischt die Flamme im Fasse vor dem vollständigen Entpichen des Fasses, so darf das Pech nicht wieder entzündet werden, bis das Faß erkaltet und gelüftet ist.

6. Nach Benndigung des Entpichens muß das Feuer im Fasse vollständig erstickt werden, deshalb sind alle Aus- und Eingangsöffnungen dicht zu schließen.

7. Das Ausbrennen der Spundlöcher darf erst nach dem vollständigen Lüften des gepichten Fasses geschehen.

II. Pichen mit Pichmaschinen.

1. Beim Ingangsetzen des Pichofens darf der Deckel desselben erst dann aufgesetzt werden, wenn der ganze Koksinhalt glüht und eine Flamme an der Oeffnung erscheint.

2. Die glühende Brennschicht im Pichofen muß mindestens 50 cm hoch sein; ein Leerbrennen des Koksofens während der Arbeit darf nicht vorkommen.

3. Beim Entpichen mit Flamme müssen die Düsen stets so heiß sein, daß sich die Gase beim Ausfahren aus dem Fasse sofort wieder entzünden und mit Flamme fortbrennen.

4. Wird das Gebläse stillgesetzt, so ist der Deckel des Pichofens oder ein passender Verschluß am oberen Teile des Ofens zu öffnen und erst dann zu schließen, wenn das Gebläse wieder in Gang ist.

5. Fässer dürfen erst dann vor die Düse gebracht werden, wenn der Pichofen in regelmäßigem Gange ist.

6. Vor dem Entpichen darf kein heißes Pech in das Faß gebracht werden.

7. Das Faß darf nicht eher von der Düse hinweggenommen werden, bis es fertig entpicht ist.

8. Ein unvollständig entpichtes Faß darf erst dann wieder an die Düse gebracht werden, wenn es erkaltet und gelüftet ist.

9. Ueber der Düse getrocknete Fässer dürfen erst entpicht werden, nachdem sie erkaltet und gelüftet sind.

10. Beim Pichen ohne Flamme ist jede Möglichkeit der Entzündung auszuschließen und es darf niemals eine Flamme an der Düse erscheinen.

11. Lagerfässer sollen nur mit Flamme oder durch überhitzte Wasserdämpfe entpicht werden.

Was den Pechbedarf beim Pichen betrifft, so macht Thausing hierüber folgende Angaben:

Pro 1 hl Lagerfaßinhalt verbraucht man 0,3 bis 0,5 bis 0,7 kg, pro 1 hl Transportfaßinhalt 0,4 bis 0,7 kg Pech.

Beschreibung einer Brauereianlage für eine jährliche Produktion von 25000 hl bezw. 15000—18000 hl.

Die Anlage (Fig. 223—227) — ein Komplex in Form eines Rechteckes von 64 m Länge und 44 m Breite — teilt sich in drei Gruppen:

1. Das Brauereigebäude mit Gersten-, Malzboden, Tenne, Darre, Sud- und Maschinenhaus.
2. Das Kühlhaus mit Kühlschiffanlage, Faßwaschhalle und Gärkeller.
3. Der Lagerkeller mit den Lagerabteilungen, Faßmagazinen, Schäfflerei, Eiskeller ꝛc. ꝛc.

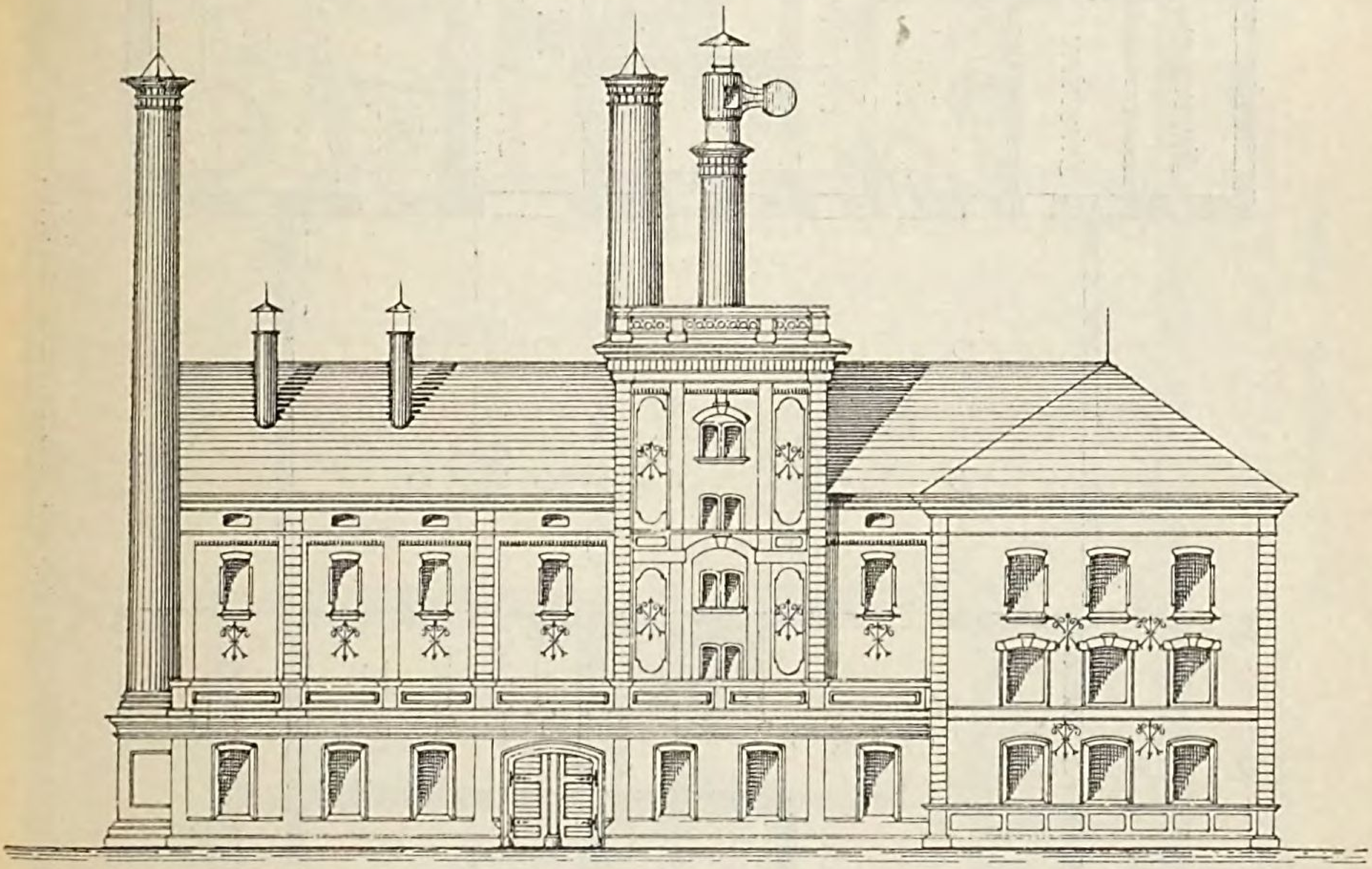


Fig. 223. Bierbrauerei.

Die der Brauerei zugeführten Rohmaterialien, sowie das auszuführende Bier und Brauereiabfälle gelangen an dem Comptoir vorüber auf die nebenliegende Wage I (Fig. 224).

Die Gerste wird auf den in Wagenhöhe liegenden Gerstenübernahmeraum II gebracht und von da in den Säcken mittels des Aufzuges a nach dem obersten Boden befördert, wo sie geputzt und sortiert wird. Die Putzmaschine liefert zwei Sorten vermälzbarer Gerste, welche von Elevatoren aufgenommen und den Transportschnecken zugeführt werden, um durch diese in den Lagerräumen der ersten Etage verteilt zu werden.

Zum Weichen wird die Gerste in die unter dem Gerstenboden gelegenen eisernen Weichstöcke b gebracht, deren vier Stück mit je 90 hl vorhanden sind.

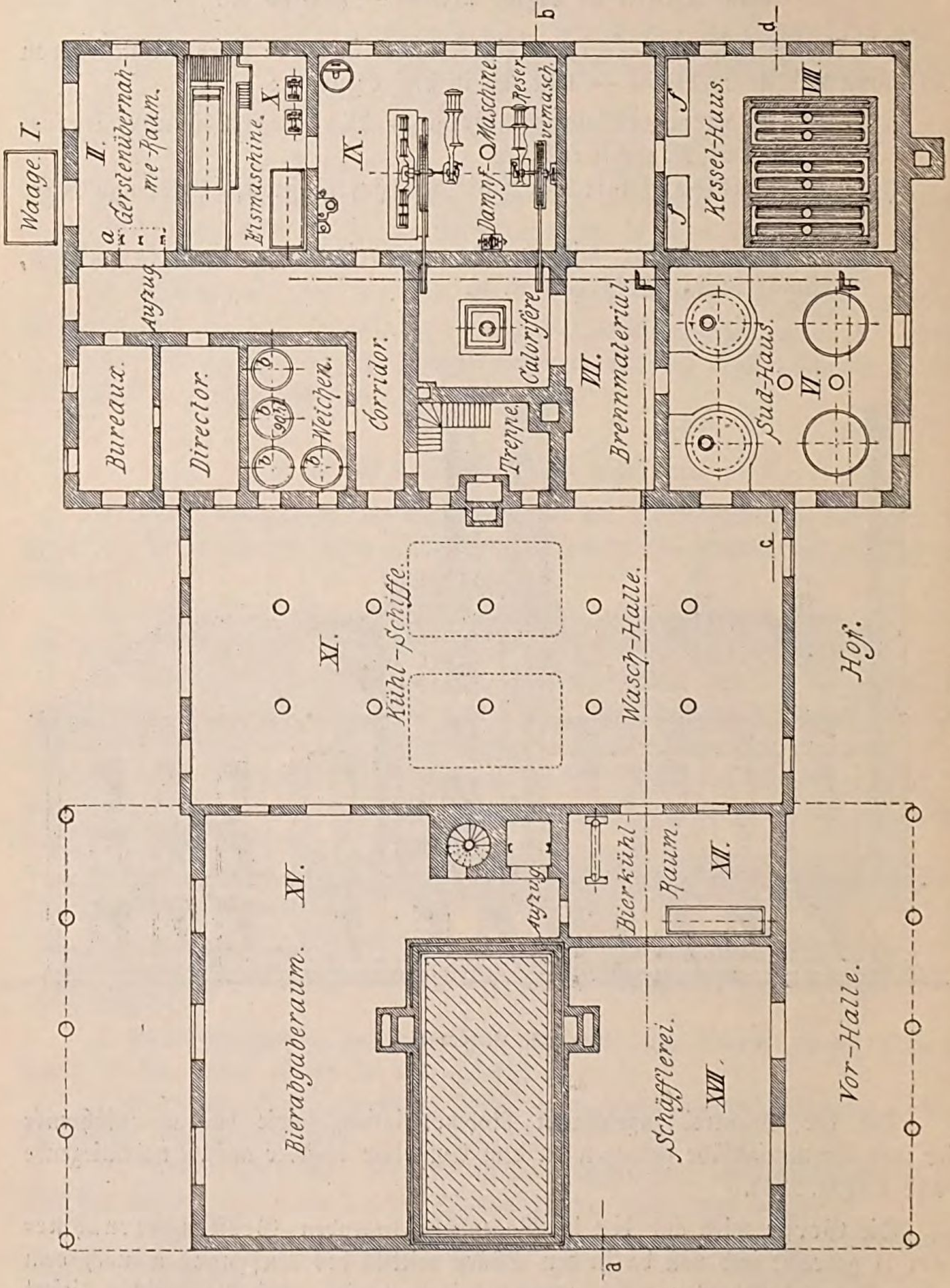


Fig. 224. Bierbrauerei. Grundriß.

Die quellreife Gerste fällt von den Weichen in die Malzkeller III (Fig. 225), welche zusammen einen Wachsraum von 1032 qm besitzen zur Erzeugung von 12000 hl Malz pro Jahr. Die Gewölbe der Malztennen sind von eisernen Säulen

getragen. Der Boden ist aus festgestampftem Letten- und Ziegelpflaster, auf welchem eine Zementlage verrieben ist, hergestellt. Die Ventilation der Tennen wird durch

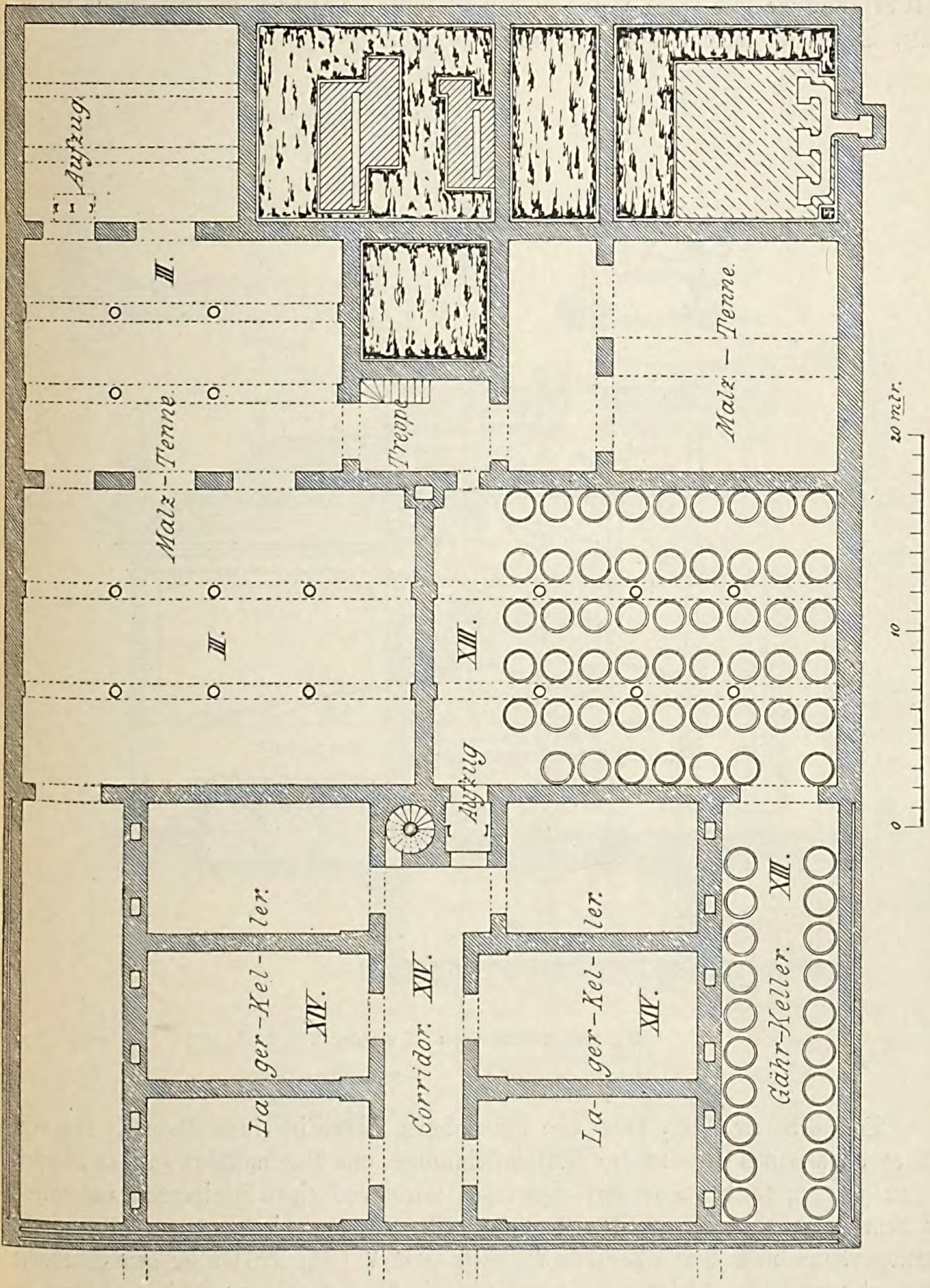


Fig. 225. Bierbrauerei. Grundriß.

mehrere kleine Schlote und einen großen, welcher mit Heizung versehen ist, bewirkt; ferner durch zweckmäßig angeordnete Lufteinströmungskanäle, welche frische Luft aus dem Freien zuführen.

Der bereits erwähnte doppelte Aufzug a für Gerste steht auch mit dem Malzkeller in Verbindung, um das Grünmalz auf den obersten Boden zu befördern, von wo es direkt der Malzdarre IV (Fig. 227) zugeführt wird. Letztere ist eine Kaloriferdarre mit zwei Horden von 45 qm Darrfläche, so daß täglich 65 hl Malz, Darrmalz erzeugt werden können.

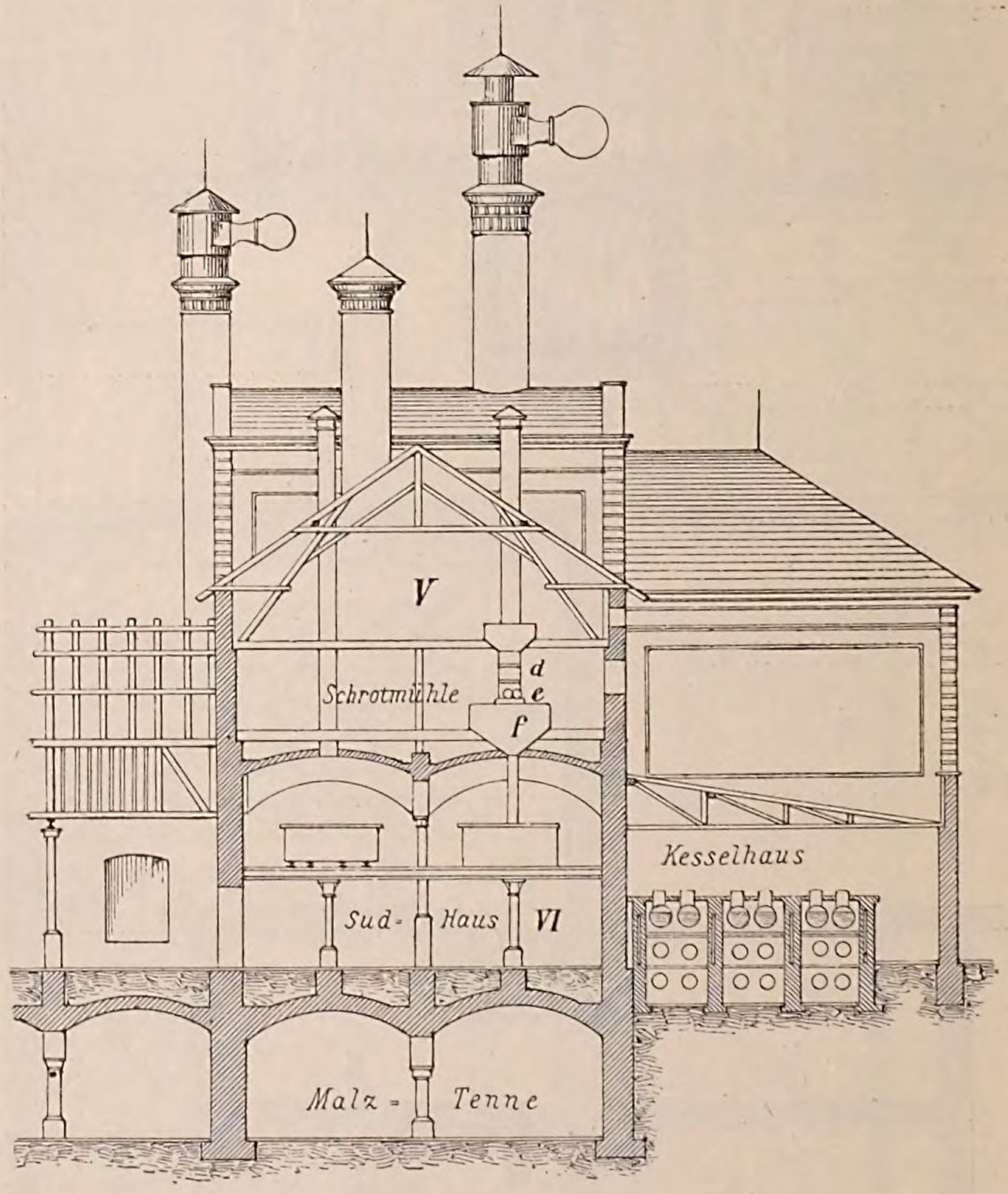


Fig. 226. Bierbrauerei. Querschnitt.

Das gedarrte Malz fällt von der unteren Horde in einen Rumpf, von dem aus es durch einen Elevator zur Malzentkeimungs- und Putzmaschine auf den obersten Boden gehoben wird. Das gereinigte Malz wird durch einen Horizontaltransporteur auf dem Lagerboden der zweiten Etage verteilt, um von hier aus ebenfalls mittels Transporteurs nach dem obersten Bodenraum V (Fig. 226) über dem Sudhause befördert zu werden. Hier passiert dasselbe die Malzpoliermaschine, gelangt in die Gosse d, die Malzschrotmühle e, in die auf einer Wage befindliche Gosse f und von hier aus durch ein Schrotschüttrohr direkt in den Maischbottich. Das im Erdgeschosse gelegene Sudlokal VI enthält den Maischbottich

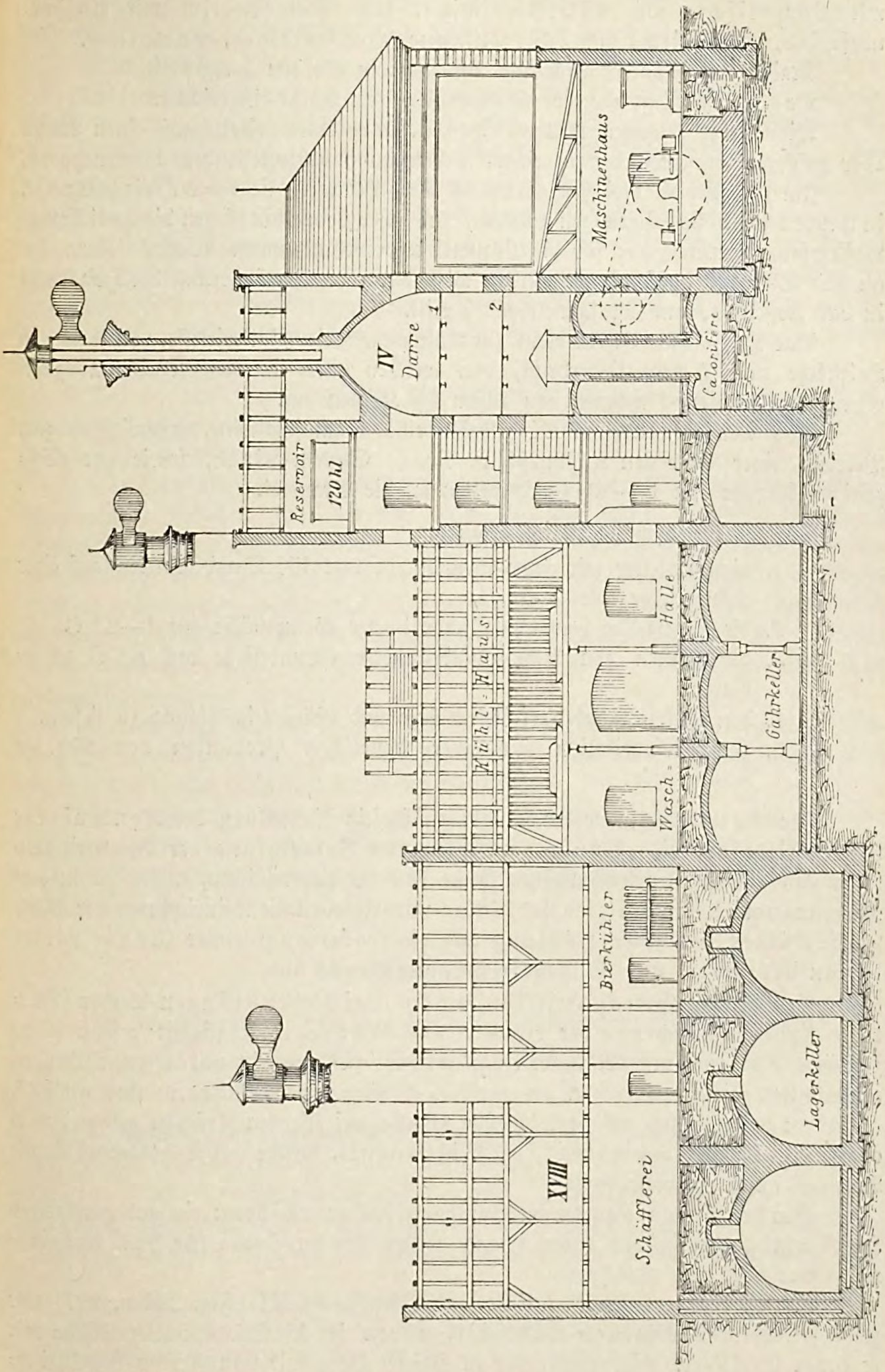


Fig. 227. Bierbrauerei. Längsschnitt.

mit Vormaischer und Maischmaschine, den Läuterbottich mit Aufhackmaschine, die Maisch- und Würzepfanne, Hopfenseiher, Pumpen ꝛc.

Maisch- und Läuterbottich sind auf eisernem Gerüste hochgestellt.

Das Sudwerk ist für eine Schüttung von 30 hl eingerichtet.

Die Treber gelangen mittels eines Transporteurs direkt auf einen Wagen oder passieren eventuell den in einem Nebenraume aufzustellenden Trockenapparat.

Im Erdgeschosse zwischen Sudhaus und Mälzerei liegt der Heizgang VII, in welchen sämtliche Feuerungen münden, und über demselben liegen die zwei Warmwasserpfannen, welche das für die Brauerei erforderliche warme Wasser liefern. Der an das Sudhaus anschließende Anbau wird durch die Verlängerung des Heizganges in das Kesselhaus und Maschinenhaus geteilt.

Das Kesselhaus VIII dient zur Aufnahme dreier Batteriekessel von je 54 □m Heizfläche und 7 Atm. Ueberdruck, von welchen einer in Reserve bleibt. Zwei eiserne Kohlenkästen f nehmen von außen die Kohlen auf.

Das Maschinenlokal IX enthält eine Dampfmaschine, ausreichend zum Betriebe einer doppelten Kühlmaschine Nr. 5, System Linde, sowie zur gleichzeitigen Abgabe von 15—20 Pferdekräften an die Brauerei.

Die Kältemaschine ist im Stande:

1. die Gärkeller mit einer Grundfläche von 450 Quadratmeter auf einer Temperatur von 4—5° C,
2. die Lagerkeller von 450 Quadratmeter Grundfläche auf 1—2° C,
3. die Tennen von 1032 Quadratmeter Grundfläche auf 8° C zu erhalten,
4. den Gesamtkältebedarf für Würze und Gärbottichkühlung zu liefern,
5. zur Eisfabrikation mit einer stündlichen Produktion von 250 bis 300 kg Eis.

Im Dampfmaschinenraume findet gleichzeitig Aufstellung der Kondensator der Destillator, eine Dynamomaschine für Beleuchtung der Brauereilokalitäten und eine Reservedampfmaschine von 20 Pferdestärken, während in dem Nebenraume X der Salzwasserkühler mit Eisfabrikationseinrichtung, der Süßwasserkühler für Würzekühlung und die Rotationspumpe für die Zirkulation des Salz- und Süßwassers untergebracht sind.

Von der Haupttransmission mit den drei Nebensträngen werden sämtliche Arbeitsmaschinen der Brauerei und Mälzerei in Thätigkeit gesetzt. Das zwischen Sudhaus und Mälzerei eingebaute Stiegenhaus ist mit eisernen Treppen ausgestattet, die einzelnen Etagen mit den Zugängen zur Malzdarre sind gewölbt, außerdem befinden sich auf dem höchsten Punkte auf eisernen Trägern gelagert zwei eiserne Wasserreservoirs mit je 120 hl Inhalt, welche den Tagesbedarf für die Brauerei an Waschwasser fassen.

Von den Nebenräumen im Brauhause sind zu erwähnen: ein gut gemauertes Hopfenmagazin in der ersten Etage, ferner Wohnräume für das Arbeitspersonal über dem Sudhause.

Die Gebäudegruppe II enthält das Kühlhaus XI (Fig. 224 u. 227) mit zwei freistehenden eisernen Kühlschiffen von je 45 Quadratmeter Fläche mit je einem Exhaustor. Ein Gang, der in gleicher Höhe mit dem Perron des Maisch-

und Läuterbottichs liegt, stellt die Verbindung zwischen Sud- und Kühlhaus her. Die Halle im Kühlhause dient als Waschraum der Fässer.

Eine Kupferrohrleitung führt die Würze von den Kühlschiffen in den Meßbottich des Bierkühlapparatenraumes XII, und von hier entweder direkt in die Gärbottiche des Gärkellers oder vorerst auf den aus Batterien bestehenden Gegenstromkühlapparat. Die Gärkeller XIII (Fig. 225 u. 227), deren Gewölbe von eisernen Säulen getragen werden, enthalten auf eisernen Unterlagen 72 Gärbottiche mit je 28 hl Inhalt, so daß je drei die Würze eines Gebräues fassen.

Luftkanäle versorgen die Gärräume mit frischer Luft, während die Kohlensäure durch eine im Boden versenkte eiserne Rohrleitung, welche mit einem Exhaustor im Raume XII in Verbindung steht, abgeführt wird. Die Kühlung erfolgt durch vier an den Gewölben montierte Rohrbatterien, in denen gekühltes Salzwasser zirkuliert.

Der in der Gebäudegruppe III befindliche Lagerkeller XIV (Fig. 225 und 227) besteht aus dem Vorkeller (Korridor) und sechs seitlich liegenden Bierröhren (Lagerabteilungen).

Die Ventilation wird ebenfalls durch mehrere Luftkanäle, von denen zwei mit Heizbatterien versehen sind, bewirkt. Die Kühlung findet ebenfalls durch eine Salzwasserleitung statt. Am Ende des Vorkellers führt eine Treppe nach oben und nebenan liegt der Aufzug für große und kleine Fässer, welcher durch Transmission in Bewegung gesetzt wird. Der Lagerkeller ist in seiner ganzen Ausdehnung überbaut und befindet sich im Erdgeschosse der Bierabgaberaum XV, der Reserve-Eiskeller XVI, die Schäfflerei XVII und der bereits erwähnte Bierkühlapparatenraum.

Der darüber liegende Raum XVIII dient zur Aufbewahrung der Lager- und Transportfässer. Unter der rückwärtigen eisernen Vorhalle finden Pichkessel, Pich- und Faßrollmaschine Aufstellung.

Die Ableitung des Schmutz- und Waschwassers aus den einzelnen Räumen erfolgt durch offene Rinnen, welche in verschiedene Syphons einmünden, und von diesen durch ein Kanalnetz einem ventilierbaren Hauptwasserkanal zugeführt werden.

Besteuerung.*)

In Deutschland bestehen zur Zeit fünf selbstständige Biersteuergebiete:

I. Reichs- oder Norddeutsches Brausteuergebiet, II. Bayern, III. Württemberg, IV. Baden, V. Elsaß-Lothringen.

I. Reichs- oder Norddeutsches Brausteuergebiet. Dasselbe umfaßt Preußen mit Waldeck-Pyrmont, dann Schaumburg und zur Lippe, Sachsen, Hessen, Mecklenburg-Schwerin und Strelitz, die thüringischen Staaten (mit Ausnahme des großherzoglich sächsischen Vordergerichts Ostheim, außer der Ortschaft Melpers und des herzoglich sachsen-koburg-gothaischen Amtes

*) Eine ausgezeichnete historische und kritische Darstellung der Biersteuern von L. v. May siehe Handwörterbuch der Staatswissenschaften, herausgegeben von Conrad, Elster, Lexis, Löning. 2. Bd. Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Königsberg, welche dem bayrischen Steuersystem angeschlossen sind), Oldenburg, Braunschweig, Anhalt, Lübeck, Bremen und Hamburg, sowie das Gebiet des Großherzogtums Luxemburg.

Im Brausteuergebiete ist das Gesetz vom 31. Mai 1872 mit den Vollzugsvorschriften vom 18. November 1872 und einigen weiteren, seitdem erfolgten Bundesrathsbeschlüssen in Anwendung.

Einige hauptsächliche Bestimmungen des Gesetzes und der gedachten Vollzugsvorschriften sind folgende:

1. Die Brausteuer wird von je 100 kg der nachbenannten Stoffe, wenn sie zur Bereitung von Bier verwendet werden, erhoben: a) von Getreide (Malz, Schrot ꝛc.), von Reis (gemahlen oder ungemahlen u. s. w.), und von grüner Stärke, d. h. von solcher, die mindestens 30 pCt. Wasser enthält, mit 4 Mark; b) von Stärke, Stärkemehl (mit Einschluß des Kartoffelmehls und Stärkegummi [Dextrin]), sowie von Syrup aller Art mit 6 Mark; c) von Zucker aller Art (Stärke-, Trauben- u. s. w. Zucker), sowie von Zuckerauflösungen und endlich von allen anderen Malzsurrogaten und Bierkouleur mit 8 Mark.

2. Steuerpflichtig sind alle gewerblichen Brauer und jene nichtgewerblichen, welche für einen Hausbedarf von mehr als 10 Personen über 14 Jahren brauen.

Steuerfrei ist die Bereitung von Bier als Haustrunk ohne besondere Brauanlagen, wenn die Bereitung lediglich zum eigenen Bedarf in einem Haushalte von nicht mehr als 10 Personen über 14 Jahren geschieht.

3. Die Versteuerung kann erfolgen a) auf Brauanzeige — sogenannte Einmaischungssteuer — als hauptsächlichste Erhebungsform. Der Brauer hat in diesem Falle vorher eine schriftliche Anzeige (im Steuerbuche) der Steuerhebestelle zu erstatten mit Angabe der Gattung und Menge der zu verwendenden Stoffe zu jedem Gebräude, des Tages und der Stunde der Einmaischung und der Menge des beabsichtigten Bierzuges. Diese Anzeige kann jedesmal für das einzelne Gebräude oder im voraus für einen bestimmten Zeitraum erstattet werden. Im ersteren Falle ist die Steuer sogleich bei der Anmeldung zu entrichten, im letzteren kann dieselbe entweder für den ganzen Zeitraum im voraus oder für jede Maischung besonders vor deren Eintritt bezahlt werden. Der Steuerbeamte überträgt die einzelnen Anzeigen in das von ihm zu führende Anmelderegister, quittiert die Zahlungen im Steuerbuche und giebt dasselbe dem Anmeldenden zurück. — Werden Malzsurrogate verwendet, so ist außer dieser Anmeldung für jedes Gebräude noch eine Generaldeklaration in doppelter Ausfertigung über die Art und Weise der Verwendung, sowie, bei welchem Abschnitt der Bierbereitung dieselbe erfolgen soll, und über den Ort der Aufbewahrung der Vorräte zu übergeben.

Jede Verwendung von Malzschrot oder Malzsurrogat zur Bierbereitung ohne die vorgeschriebene Anmeldung wird als Defraudation bestraft. — Einmaischungen dürfen — besondere Bewilligungen ausgenommen — nur an den Wochentagen, und zwar vom 15. Oktober bis einschließlich März von 6 Uhr morgens bis 10 Uhr abends und in den übrigen Monaten von 4 Uhr morgens bis 10 Uhr abends geschehen.

Der Steuerbeamte hat sich zur angezeigten Stunde des Einmaischens einzufinden und ist sodann in dessen Gegenwart das Braumaterial abzuwiegen, sowie mit der Einmaischung zu beginnen. Ohne des Beamten Gegenwart darf mit dem Einmaischen erst begonnen werden, wenn eine Stunde nach der angemeldeten Zeit

gewartet worden ist. Ergiebt sich bei der amtlichen Verwiegung ein Mindergewicht gegen die deklarierte (versteuerte) Menge, so findet ein Steuererlaß nicht statt; ein Mehrgewicht mit einem Steuerwerte von über 5 Pfennig dagegen ist noch zu versteuern; übersteigt dieses Mehrgewicht einen Betrag von 10 pCt., so ist der Brauer als Defraudant straffällig.

Nachmaischungen dürfen in der Regel nicht stattfinden: wird aber eine Brauerei regelmäßig mit Nachmaischen betrieben, so muß ein für allemal angezeigt werden, in wieviel Abteilungen und mit welchem Gewicht für jede Beschickung gemaischt werden soll.

Jeder Brauer muß mindestens 8 Tage vor Beginn des Betriebes der Steuerbehörde einen Nachweis in doppelter Anfertigung einreichen, in welchen die Räume zur Aufstellung der Geräte und zum Betriebe der Brauerei, einschließlich der Gärungsräume, die Maisch-, Koch-, Kühl- und Gärgefäße, dann der Rauminhalt jedes einzelnen dieser Gefäße, soweit die Beschaffenheit dies gestattet, genau und vollständig angegeben sein müssen. Ausgenommen hiervon sind jene, welche nur für den eigenen Hausbedarf, ohne besondere Brauanlage, Bier bereiten. Die sämtlich vorstehend bezeichneten Gefäße werden amtlich numeriert und bezeichnet. Die Maisch-, Koch- und Kühlgefäße, sowie die Sammelbottiche können amtlich vermessen werden.

b) Den Brauereibesitzern kann auch jederzeit in widerruflicher Weise gestattet werden, die Brausteuer als Vermahlungssteuer von denjenigen Stoffen, welche vor der Einmaischung einer Vermahlung unterliegen, mit dem vorstehend bezeichneten Betrage nach dem Gewichte der zur Verarbeitung auf der Mühle bestimmten, noch unvermahlenen Stoffe zu entrichten.

Voraussetzungen dieser Bewilligung sind hauptsächlich Vertrauen der Steuerbehörde in die Person des Brauereibesitzers, Führung eines Kontobuches nach vorgeschriebenem Formular, ein durchschnittlicher jährlicher Malzverbrauch von 50000 kg Malz oder anderer, der Vermahlung unterliegender Stoffe, und endlich Unterwerfung unter die sämtlichen, von der Steuerverwaltung besonders vorzuschreibenden Bedingungen.

Bei Erhebung der Mahlsteuer dürfen die bezüglichen Stoffe (Malz ꝛc.) — besondere Bewilligungen in einzelnen Fällen ausgenommen — nur auf den hierfür ein für allemal genehmigten Mühlwerken verarbeitet werden. Die Mühlen müssen in der Regel im Einzelbesitze des Brauers stehen und in dessen Brauerei oder doch in räumlicher Verbindung mit letzterer aufgestellt sein. Ausnahmsweise dürfen auch Genossenschaftsmühlen, auf welchen lediglich das von der Braugenossenschaft zu verwendende Malz ꝛc. verarbeitet wird, zugelassen werden. Die Mühlen (Privat- wie Genossenschaftsmühlen) stehen unter amtlichem Verschlusse. Die Anmeldung für den einzelnen Sud hat zu enthalten die Art und Menge (Nettogewicht) der zu vermahlenden Stoffe und den Tag und die Stunde der beabsichtigten Aufschüttung auf die Mühle. Ueber die erfolgte Anmeldung erhält der Brauer eine Bescheinigung in der Form eines „Mahlerlaubnisscheines“. Im Falle der Benutzung einer genehmigten Genossenschaftsmühle, für welche ein gemeinschaftlicher, verantwortlicher Vertreter aufzustellen ist, hat die Anmeldung weiter zu enthalten die Anzahl der Säcke, in welchen, und die Stunde, zu welcher die Braustoffe nach und von der Mühle geschafft werden sollen, sowie die Art des Transportes. Der Mahlerlaubnisschein muß dem Transporte beigefügt sein und darf erst nach Entfernung des Mahlgutes weggebracht werden.

Zur angezeigten Stunde der Vermahlung hat der Kontrolbeamte in dem Mühlraum sich einzufinden, den Verschluß der Mühle zu lösen und das deklarierte Mahlgut in seiner Gegenwart vorwiegen, sowie aufschütten zu lassen, nach beendigter Aufschüttung aber den Zugang zum „Mühlrumpf“ wieder zu verschließen. Im Falle der ausnahmsweisen Verhinderung der Aufsichtsbeamten, zu der besagten Zeit zu erscheinen, wird dem Brauer der Schlüssel mit der Ermächtigung zur Selbstlösung des Verschlusses übersendet; alsdann jedoch zu den späteren Verschlußanlagen das Kunstschloß durch ein anderes ersetzt.

Das Ergebnis der Verwiegung hat der Aufsichtsbeamte auf dem Mahlerlaubnisschein vorzumerken und außerdem in das im Mühlenraume aufliegende Mühlenregister einzutragen. Der Erlaubnisschein wird hierauf vom Aufsichtsbediensteten eingezogen und der Hebestelle zurückgegeben. Ein Mehrgewicht im Steuerwerte von über 5 Pfennige ist auch hier noch zu versteuern, wie auch eine die deklarierte und versteuerte Menge um mehr als 10 pCt. übersteigende Menge die Strafe der Defraudation nach sich zieht. — Der Brauer darf die benötigten Stoffe (Malz ꝛc.) auf keiner andern als der hierzu deklarierten und genehmigten Mühle vermahlen, in seine Wohnungs-, Mühlen- oder Brauereiräume keine schon anderweit vermahlene (geschrotete) Braustoffe aufnehmen und keine anderen zum Vermahlen von Braustoffen geeigneten Mühlenwerke innerhalb der Grenzen des Brauereigrundstückes halten oder zulassen, und zwar, wenn nicht etwa gleichzeitig eine Defraudation vorliegt, bei Vermeidung einer Ordnungsstrafe von 300 Mark und im Rückfalle bis zu 600 Mark.

c) Endlich kann die Versteuerung auch nach Uebereinkommen mit der Steuerbehörde durch Entrichtung einer Abfindungssumme (Fixation) in einem bestimmten Zeitraume erfolgen.

In Bezug auf die Fixation der Brausteuer sind ausführliche Bestimmungen erlassen, denen folgende wesentliche Punkte entnommen sind: Die Fixation findet der Regel nach in der Art statt, daß für die Fixationsperiode der Steuerbetrag in bestimmter Summe unveränderlich festgesetzt wird. Ausnahmsweise jedoch — namentlich wenn es an ausreichend sicheren Anhaltspunkten fehlt — kann sich die Fixation auf Festsetzung des zum mindesten zu entrichtenden Steuerbetrages neben der Verabredung eventueller Erhöhung derselben durch Nachversteuerung beschränken. Neu eröffnete oder nach längerer Betriebseinstellung wieder in Betrieb gesetzte Brauereien werden für die ersten drei Betriebsjahre nur mit der Bedingung der Nachversteuerung fixiert. — Die Fixationsverträge sind in der Regel längstens auf die Dauer eines Jahres abzuschließen. — Die Abfindungssumme ist im voraus, mindestens in monatlichen Raten zu zahlen. Die Zahlung der auf Grund der zu führenden Brauregister zu berechnenden Nachsteuer geschieht bei Beendigung des Vertrages. — Der Fixat hat ein Brauregister nach vorgeschriebenem Formular zu führen, welches binnen drei Tagen nach Ablauf jeden Quartals der Hebestelle einzuliefern ist. In derselben ist einzutragen: die fortlaufende Nummer der Gebräude, Tag und Stunde der Einmaischung, das Gewicht der zu dem Gebräude zu verwendenden Braustoffe, die Menge und Art (ob ober- oder untergärig) des daraus zu ziehenden Bieres, die etwaige Abweichung von der in der Generaldeklaration angegebenen Art und Weise der Verwendung der Malzsurrogate und endlich der Name des Eintragenden.

Steuerpflichtige nicht gewerbliche Brauer unterliegen der Fixation nach einem wesentlich erleichterten Verfahren.

4. Eine Erstattung der Steuer kann erfolgen, wenn die zur Einmaischung bestimmten Braustoffe vor der beabsichtigten Verwendung durch Zufall vernichtet oder derart beschädigt worden sind, daß deren Verwendung zur Bierbereitung ausgeschlossen erscheint, oder wenn sonst aus Anlaß unvorhergesehener Hindernisse die deklarierte Bierbereitung nicht stattfinden kann, in beiden Fällen aber der Anspruch auf Erstattung binnen 24 Stunden nach der deklarierten Einmaischungszeit bei der Hebestelle angemeldet worden ist.

5. Bei der Ausfuhr von Bier aus dem Brausteuergebiete*) wird Rückvergütung der Brausteuer und zwar mit 1 Mark pro Hektoliter gewährt, sofern die betreffende Sendung mindestens 2 hl beträgt, und zur Bereitung des auszuführenden Bieres mindestens 25 kg Getreideschrot, Reis oder grüne Stärke, und im Falle der Mitverwendung von höher als mit 4 Mark für 100 kg besteuerten Malzsurrogaten mindestens eine dem Steuerwerte von 1 Mark entsprechende Menge von Braustoffen auf jedes Hektoliter erzeugten Bieres verwendet worden sind.

6. Defraudation wird mit einem vierfachen, und bei Rückfall dem achtfachen Betrage der vorenthaltenen Abgabe gleichkommenden Geldstrafe, welche aber keinesfalls weniger als 30 Mark, und beim Rückfalle 50 Mark betragen soll, bestraft. Weiterer Rückfall zieht Gefängnißstrafe bis zu zwei Jahren nach sich. Uebertretungen des Gesetzes, durch welche die Defraudation nicht verwirkt ist, werden mit Ordnungsstrafen bis zu 150 Mark, und bei Uebertretung einzelner, für die Sicherung der Steuer besonders wichtiger Vorschriften bis zu 600 Mark geahndet.

In **Bayern** ist zur Zeit das Malzaufschlaggesetz vom 16. Mai 1868 in der neuen Textierung vom 10. Dezember 1889 in Kraft. Der hauptsächlichste Inhalt des Gesetzes ist folgender:

1. Die Steuer wird vom Malze, d. i. alles künstlich zum Keimen gebrachte Getreide, erhoben. — Steuerbar wird das Malz, sobald es für den Zweck der Erzeugung von Bier oder Essig zum Brechen zur Mühle gelangt.

2. Es ist verboten, zur Bereitung von Bier statt Malz (Darr- oder Luftmalz) Stoffe irgendwelcher Art als Zusatz oder Ersatz, oder ungemälztes Getreide für sich, sowie mit ungemälztem Getreide vermischtes Malz zu verwenden.

Zur Erzeugung von Braunbier darf nur aus Gerste bereitetes Malz verwendet werden.

3. Von dem Hektoliter des zur Bier- oder Essigbereitung bestimmten, ungebrochenen Malzes ohne Unterscheidung zwischen trockenem und eingesprengtem Malze beträgt der Aerarialmalzaufschlag nach der in der Mühle vorgenommenen Abmessung 6 Mark.

Werden jedoch in einer Betriebsstätte in einem Jahre mehr als 10 000 hl Malz verwendet, so ist ein Zuschlag zu dem Malzaufschlage zu entrichten, welcher für die dieser Menge folgenden 30 000 hl je 25 Pfennig, und für das die Menge

*) Die Uebergangssteuer von dem aus Bayern, Württemberg, Baden oder Elsaß-Lothringen eingeführten Bier beträgt 2 Mark vom Hektoliter.

von 40 000 hl übersteigende Malz je 50 Pfennig vom Hektoliter beträgt. Die hinsichtlich des Malzaufschlages gegebenen Bestimmungen finden auf den Zuschlag zu demselben entsprechende Anwendung. — Von den bereits vorhandenen Brauereien und Essigsiedereien wird, sofern in denselben im Jahre 1888 nicht mehr als 6000 hl Malz verarbeitet wurden, für die ersten 2000 hl des in einem Jahre verwendeten Malzes der Betrag von je 5 Mark vom Hektoliter erhoben. Diese Begünstigung erlischt für die betreffende Betriebsstätte mit dem Ablaufe desjenigen Jahres, in welchem in derselben mehr als 7000 hl Malz zur Verwendung gelangt sind. Beträgt der Malzverbrauch einer der vorstehend bezeichneten Betriebsstätten oder eines der vor dem 1. Oktober 1889 bereits vorhandenen aufschlagpflichtigen Geschäfte, in welchem jährlich über 6000 hl Malz verwendet wurden, in einem Jahre 5000 hl oder weniger, so hat die Aufschlagverwaltung auf Ansuchen des Beteiligten anzuordnen, daß die Betriebsstätte vom Beginn des nächstfolgenden Jahres ab insolange dem in Abs. 3 bestimmten Steuersatze zu unterstellen ist, als nicht der jährliche Malzverbrauch 7000 hl übersteigt. Eine Malzmenge, die weniger als 4 Liter beträgt, bleibt außer Ansatz.

4. Den Malzaufschlag hat derjenige zu entrichten, auf welchen die Polette (s. u.) lautet. — Der Staat, die Stiftungen, Gemeinden und andere Korporationen oder Genossenschaften haben ebenso wie die Privaten den Malzaufschlag zu entrichten.

5. Nachlaß am Malzaufschlage oder Rückvergütung ist nur dann zu gewähren, wenn und insoweit bereits polettiertes Malz oder die daraus erzeugten Fabrikate bei dem Transporte zu und von der Mühle oder zu den Betriebslokalitäten in der Mühle, während des Siedens, bei dem Transporte vom Sudhause zu den Lagerkellern, oder in den Kellern, erweislich durch Zufall in der Art beschädigt worden sind, daß eine Verwertung oder lohnende Verwendung nicht möglich erscheint.

6. Wird im Inlande erzeugtes Bier in das Ausland ausgeführt, so hat der Ausführende für jede Sendung, welche mindestens 60 l beträgt, Anspruch auf Rückvergütung des Aufschlages. Der Königl. Staatsregierung bleibt es überlassen, durch besondere Verordnung die Höhe des Rückvergütungssatzes und die desfalls notwendigen Sicherheitsmaßregeln zu bestimmen.

Die Rückvergütungssätze für das ausgeführte Bier sind dermalen ohne Unterschied, ob das Bier in Gebinden oder Flaschen ausgeht, für Braunbier 2 M. 60 Pf. und für Weißbier 1 M. vom Hektoliter. Werden jedoch aus einer dem Zuschlage unterliegenden Braustätte (s. o.) innerhalb eines Jahres mehr als 12 000 hl Braunbier ausgeführt, so beträgt die Rückvergütung für die dieser Menge folgenden 48 600 hl je 2 M. 75 Pf. und für das die Menge von 60 000 hl überschreitende Bier je 2 M. 85 Pf. vom Hektoliter. Gelangt dagegen aus einer dem ermäßigten Steuersatze unterliegenden Braustätte Braunbier zur Ausfuhr, so wird an Rückvergütung für die ersten innerhalb je eines Jahres ausgeführten 2400 hl nur der Betrag von je 2 M. 10 Pf. gewährt.

7. Malz darf nur auf öffentlichen, nicht transportablen Mühlen und auf bewilligten Partikularmalzmühlen gebrochen, Grünmalz nur auf zugelassenen Quetschmaschinen bearbeitet werden.

Wer Malz brechen will, muß dies jedesmal, bevor das Malz zur Mühle gebracht wird, bei dem Aufschlag-Einnehmer seines Bezirkes anzeigen und eine Polette erholen. Die Anzeige muß enthalten a) die zur Verarbeitung bestimmte Menge

Malzes, b) die Art der beabsichtigten Verwendung, c) die Mühle, auf welcher die Bearbeitung erfolgen, d) den Tag, an welchem dies geschehen soll. Die Polette hat nebst dem Datum der Ausstellung den Eigentümer, den Betrag und die Art der Verwendung des Malzes, die Mühle, den Tag der Bearbeitung dortselbst zu bezeichnen und muß mit der Unterschrift des Aufschlag-Einnehmers versehen sein. Die Polette ist nur für den Tag, für die Mühle, für die Malzmenge und die Art der Verwendung giltig, worauf sie ursprünglich oder nach amtlich vollzogener Aenderung lautet. Die Polette muß dem Müller oder Malzbrecher mit dem Malze zugleich übergeben werden. Ohne solchen Ausweis darf das Malz in die Mühlräume nicht eingebracht werden. Es ist verboten, mehr Malz zur Mühle zu verbringen, als die Polette besagt. Unter diesem Verbote ist ein Ueberschuß nicht begriffen, welcher nicht mehr als acht Liter vom Hektoliter trockenen oder eingesprengten Malzes beträgt.

8. Wollen Besitzer von Brauereien einzeln für sich oder in Gemeinschaft eine Partikularmalzmühle mit Steinen oder Zylinderwalzen benutzen, so sind sie gehalten, die Mühle mit einem besonderen, von der Staatsregierung genehmigten Meßapparate zu versehen. Durch letzteren wird die Menge des die Mühle passierenden Malzes gemessen und durch eine an dem Apparate angebrachte Kontroluhr registriert. Für die Aufstellung und Benutzung solcher Mühlen sind folgende Bedingungen maßgebend:

a) Das Brechen des Malzes auf einer Partikularmalzmühle ist auf den eigenen Bedarf des Besitzers beschränkt; die Zulassung einer Ausnahme ist von besonderer Genehmigung des Aufschlageinnehmers abhängig.
b) Zylinderwalzen können auch verstellbar in Anwendung kommen.
c) Der Malzmessungsapparat unterliegt dem amtlichen Verschlusse vorbehaltlich weiterer Sicherungsmaßregeln.

9. In jeder Mühle ohne Meßapparat muß ein Malzbrecher bestellt werden, wenn der Eigentümer oder Betriebsberechtigte nicht selbst den Betrieb leitet. In solchen Mühlen hat der Malzbrecher das Malz in abgeaichten Gefäßen vorschriftsmäßig abzumessen und den Befund, noch ehe das Aufschütten des Malzes auf die Mühle beginnt, in der Polette sowie in einem von ihm zu führenden „Brechregister" zu vermerken. Ergiebt sich hierbei gegenüber der Deklaration und dem auf Grund letzterer gemachten Vortrage in der Polette ein Ueberschuß von acht Liter pro Hektoliter, so ist der Malzeigentümer strafbar.

10. Der Verkehr mit gebrochenem Malze in Bayern ist untersagt. Alle Mühlen und Maschinen, welche zum Brechen von Malz und Quetschen von Grünmalz nicht nur wirklich verwendet werden, sondern auch nur verwendet werden können, unterstehen der Kontrole der Aufschlageverwaltung. Der Kontrole sind auch Hand- und Schrotmühlen und transportable Mühlen unterstellt.

11. Die Einhebung des Aufschlages erfolgt in der Regel nicht sofort bei der Polettenerholung im voraus, sondern in Kalendervierteljahrsbeträgen.

12. Soweit das Gesetz über den Malzaufschlag nicht besondere Bestimmungen enthält, haben die allgemeinen Vorschriften des Strafgesetzbuches Giltigkeit.

13. Die im gegenwärtigen Gesetze bezüglich der Erhebung und Sicherung des Aerarialmalzaufschlages getroffenen Bestimmungen finden auch auf den Lokalmalzaufschlag Anwendung.

Der Lokalmalzaufschlag ist ein gemeindlicher Zuschlag zu dem staatlichen Aufschlage, zu dessen Einführung und Erhebung die betreffende Gemeinde jedoch stets der Genehmigung des Staatsministerium des Innern bedarf. Dieser Gemeindeaufschlag spielt im rechtsrheinischen Bayern eine große Rolle, was schon daraus hervorgeht, daß das Gesamterträgnis desselben im jährlichen Durchschnitt auf ca. 5 Millionen Mark sich beziffert. (L. v. May.)

14. Für das aus einem anderen deutschen Bundesstaate nach Bayern zur Einführung kommende Bier wird, sofern dasselbe nicht etwa, weil aus dem Zollauslande kommend, bereits mit einem Zoll belastet ist, eine Uebergangsabgabe von 3 M. 25 Pf. vom Hektoliter erhoben.

In **Württemberg** erfolgt die Besteuerung des Bieres nach dem Gesetze vom 8. April 1856 mit einigen nachträglich eingetretenen Aenderungen.

Die wesentlichsten Bestimmungen sind folgende:

1. Zur Bereitung von Bier können Malz- und Malzsurrogate, d. h. alle zucker- und stärkemehlhaltigen Stoffe, welche das Malz zu ersetzen geeignet sind, Verwendung finden.

2. Der Steuersatz wird jeweilig durch das Finanzgesetz bestimmt. Die Besteuerungseinheit ist der Doppelzentner oder 100 kg, jedoch werden bei Berechnung der Steuer für Tara 2 pCt. in Abzug gebracht. Gegenwärtig*) beträgt die Steuer 10 M.

3. Steuerpflichtig ist derjenige, welcher für seine Rechnung zur Bierbereitung Malz schrotet oder schroten läßt oder für welchen Malzsurrogate in die Braustätte gebracht wird.

4. Die Steuer ist verfallen, sobald das Malz zur Mühle oder das Surrogat zur Braustätte gebracht wird.

5. Die Erhebung der Steuer erfolgt in vier Quartalsterminen je am Anfange der Monate Januar, April, Juli und Oktober und begreift in der Regel die Steuer von dem unmittelbar vorausgegangenen Vierteljahr.

6. Nachlaß oder Rückvergütung der Steuer findet statt a) wenn geschrotenes Malz noch vor dem Verbrauche oder das daraus erzeugte Fabrikat vernichtet wird oder so verdirbt, daß es auf keine Weise mehr benutzt werden kann, b) wenn aus versteuertem Biere Essig bereitet wird und c) bei der Ausfuhr von geschrotetem Malz oder von Bier. Ein bestimmter Einheitsrückvergütungssatz ist nicht festgesetzt, sondern es ist als Grundsatz aufgestellt, daß die Rückvergütung dem vollen Betrage der entrichteten Steuer gleich sein soll.

7. Wer Malz zu steuerpflichtigen wie auch steuerfreien Zwecken schroten lassen will, muß dasselbe in der Regel auf eine öffentliche Mühle bringen, zuvor aber vom Ortssteuerbeamten einen Begleitschein einholen, wobei seitens der gewerbsmäßigen Brauer das über die Malzschrotungen zu führende Mahlregister mit vorzulegen ist. Der Begleitschein hat zu enthalten den Tag, an welchem das Malz zur Mühle zu bringen ist (Giltigkeitstag), Namen und Wohnort des Versenders und des betreffenden Müllers, die Zahl der Säcke, Menge, Zeit und Art der Verwendung des Malzes, dann Ort und Zeit der Ausstellung nebst der Unterschrift

*) Bis 31. März 1893.

des Ortssteuerbeamten. Das deklarierte und in dem Begleitscheine bemerkte Malzquantum muß auf einmal zur Mühle und von da zurückgebracht werden. Der Begleitschein hat dabei stets beim Malze zu verbleiben. In der Mühle ist der Schein dem Müller selbst oder dessen Stellvertreter zu übergeben; bei der Zurückbringung des Malzes aus der Mühle muß der Schein dieses ebenfalls wieder begleiten und wird dann dem Ortssteuerbeamten wieder zugestellt. Niemand darf mehr Malz zur Mühle bringen, als der Begleitschein besagt, ein allenfallsiger Mehrbetrag ist nachzuversteuern; beträgt der Ueberschuß mehr als 4 pCt., so wird der Versender wegen Malzsteuergefährdung bestraft. Ein Mindermaß gegenüber der Angabe im Begleitscheine kommt für die Steuerberechnung dann in Betracht, wenn die Richtigkeit durch den herbeigerufenen Ortssteuerbeamten oder einen andern gerade anwesenden Steueraufsichtsbediensteten beurkundet wird.

Die Verwiegung des Malzes in der Mühle hat der Müller oder ein von ihm aufgestellter Vertreter vorzunehmen und den Befund, wie auch Tag und Stunde der Ankunft wie Abfuhr des Malzes in bezw. aus der Mühle in den Begleitschein und das zu führende Schrotregister einzutragen. Auch wenn Malz — geschrotenes wie ungeschrotenes — an einen anderen Bestimmungsort als zu einer Mühle gebracht werden soll, ist vorher ein Begleitschein zu erwirken, welchen der Transport stets bei sich führen muß, und dem Ortssteuerbeamten des Bestimmungsortes unter Vorzeigung des Malzes vor Verabfolgung an den Empfänger auszuhändigen hat.

8. Privatmühlen, welche zum Malzschroten mit erhaltener Erlaubnis verwendet werden wollen, müssen so eingerichtet sein, daß sie unter völlig sichernden Verschluß der Steuerverwaltung genommen werden können und der Rumpf den Malzbedarf für einen Sud auf einmal fassen kann. Sämtliche Oeffnungen der Mühle, sowie das Mahlbetriebwerk stehen dauernd unter amtlichem Verschluß. Verwiegung des Malzes, wie Benutzung der Mühle zum Schroten desselben dürfen nur in Anwesenheit des Ortssteuerbeamten und bestellten Mühlenaufsehers vorgenommen werden, welche auch nach erfolgter Benutzung den sofortigen Wiederverschluß bethätigen.

9. Wer zur Biererzeugung ein Malzsurrogat verwendet, ist verbunden, vor dessen Einbringung in die Braustätte den Ortssteuerbeamten herbeizurufen, welcher dasselbe nach Menge und Beschaffenheit urkundlich aufzunehmen und die zur Bestimmung der Steuerschuldigkeit erforderliche Einleitung vorzubereiten hat.

10. Visitationen der Gewerbsgelasse der Bierbrauereien und der öffentlichen Mühlen, sowie der Privatmalzmühlen und der Futterschrotmaschinen können seitens des Steuerpersonals, so lange darin gearbeitet wird, jederzeit, außerdem von morgens 6 Uhr bis abends 9 Uhr vorgenommen werden.

11. In Betreff der Zuwiderhandlungen gegen die einzelnen Gesetzesvorschriften wird unterschieden a. zwischen Steuergefährdungen, welche mit der Strafe der vierfachen, wenn die Uebertretung bei Nacht verübt worden ist, des fünffachen Betrages der gefährdeten Abgabe gerügt werden; beim ersten Rückfall erhöht sich die Strafe auf den achtfachen, beim zweiten auf den sechszehnfachen, beim dritten auf den zwanzigfachen Betrag der zurückgebliebenen Steuer nebst dem Verluste der Befugnis zum Brauereibetriebe; b. erschwerte Kontrolvergehen, welche mit einer Geldstrafe bis zu 200 Mark geahndet werden; c. Uebertretungen, welche weder unter a, noch b fallen und mit einer Geldbuße bis zu 60 Mark bestraft werden.

12. Zur Erhebung gemeindlicher Abgaben muß eine Ermächtigung durch königliche Verordnung gegeben sein. Der Höchstbetrag der örtlichen Verbrauchsabgabe ist auf 65 Pf. pro Hektoliter bestimmt.

In **Baden** findet die Besteuerung des Bieres nach dem Gesetze vom 28. Februar 1845 mit der bezüglichen Novelle vom 29. Juni 1874 statt.

Danach unterliegt jeder Biersud, d. i. jene Menge Bier, welche in dem zur Bereitung desselben verwendeten Braugefäße vor dem Beginne der Abkühlung mit einem Male erzeugt wird, der Steuer nach dem Literinhalte des Braugefäßes (Kesselsteuer). Dieser Inhalt wird durch Aichung bestimmt. Kränze und Aufsätze gelten als Teil des Braugefäßes.

Sobald die Entleerung des Kessels behufs Abkühlung begonnen hat, ist jede Vermehrung der Flüssigkeit — sei es im Braugefäße oder in den zur Abkühlung und Gärung dienenden Gefäßen — untersagt.

Der Steuersatz, welcher in dem jeweiligen Finanzgesetze entweder in der bis dahin bestandenen Höhe bestätigt oder neu festgesetzt wird, besteht gegenwärtig in 2 Pf. von jedem Liter des Rauminhaltes des Braugefäßes.

Die Feuerungen der Braugefäße sind unter steuerlichen Verschluß gestellt, welcher für den Gebrauch durch die Steuerbeamten abgenommen und nach beendeter Benutzung wieder angelegt wird.

Die Verwendung von Malzsurrogaten aller Art ist zuläßig.

Wer Bier brauen will, hat dies wenigstens eine Stunde vor dem Beginne der Feuerung und jedenfalls innerhalb der geordneten Dienststunden unter Entrichtung der Steuer dem Steuererheber schriftlich anzumelden. Diese Brauanmeldung muß enthalten: 1. die Größe des Braugefäßes, in welchem gebraut werden soll, 2. die Stunde, mit welcher die Feuerung beginnen soll, 3. die Stunde, zu welcher der Sud wahrscheinlich beendet sein, bezw. die Entleerung des Braugefäßes beginnen wird. Der Brauer ist gehalten, seine Einrichtungen in der Art zu treffen, daß das Ende der Bereitung des Biersudes nicht in die Zeit zwischen 11 Uhr nachts und 5 Uhr morgens fällt. Die in der schriftlichen Erklärung zur Fertigung eines Biersudes begehrte Brauzeit darf bei Braugefäßen von 5 Ohm (gleich 750 Liter) 12 Stunden nicht übersteigen und so je nach Verhältnis des Braugefäßes 16, 18 2c. Stunden.

Rückvergütung der Steuer findet statt, a. wenn plötzlich eingetretene Umstände den Brauer nötigen, den bereits versteuerten Sud für diesmal zu unterlassen, b. wenn Bier während der Bereitung verdirbt, das Ergebnis des verdorbenen Biersudes im Braugefäß, auf dem Kühlschiff oder in den Gärgefäßen noch unverändert vorhanden ist und unter Aufsicht der Steuerbehörde zur Verwendung als Bier untauglich gemacht wird.

Bei der Ausfuhr von in Baden erzeugtem Biere über die Landesgrenze wird eine Steuerrückvergütung von 2,50 Mark vom Hektoliter gewährt.

Die Uebergangssteuer von dem aus einem der übrigen vier deutschen Biersteuergebiete nach Baden eingeführten Biere beträgt dermalen 3,20 Mark vom Hektoliter.

Uebertretungen der gesetzlichen Vorschriften werden, je nachdem sich dieselben als Ordnungswidrigkeiten darstellen, mit der Strafe der Defraudation oder mit

Ordnungsstrafen geahndet. Die Strafe der Defraudation besteht neben der Nachzahlung der betreffenden Steuer für den ersten Fall in dem vierfachen, für den ersten Rückfall in dem achtfachen, für den zweiten in dem zwölffachen Betrage der unterschlagenen Steuer, für jeden weiteren Rückfall aber in dem zwanzigfachen Betrage der unterschlagenen Steuer und überdies in einer Geldstrafe von 100—300 Mark oder Gefängnis von 2—4 Wochen.

In **Elsaß-Lothringen** gelten in der Hauptsache noch die unter französischer Herrschaft bereits giltigen Bestimmungen, welche die Regierung zusammengestellt und unter dem 10. März 1875 veröffentlicht hat.

Die Biersteuer ist, gleich jener in Baden, eine Kesselsteuer.

Der Steuersatz beträgt 2 Mark 30 Pfennig vom Hektoliter starken Bieres, und 58 Pfennig vom Hektoliter Dünnbier. Der für Dünnbier festgestellte Steuersatz findet nur dann Anwendung, wenn vorher mit demselben Malz bereits ein Gebräu starken Bieres hergestellt ist, für das erste Gebräu mindestens zwei Aufgüsse auf das Malz stattgefunden haben, ferner zu dem zweiten Gebräu kein Teil der durch die Aufgüsse des ersten Gebräues gewonnenen Würze zugesetzt ist, weder eine Vermehrung noch Vertauschung des Malzes stattgefunden hat, und die Menge des zweiten Gebräues die des starken Bieres nicht übersteigt.

Das Zusetzen von Ingredienzien irgend welcher Art, mit Ausnahme von frischem, noch nicht abgekochtem Hopfen, bei einem Dünnbiersud, begründet die Erhebung der Steuer nach dem Satze für Starkbier.

Die steuerpflichtige Bierquantität wird ohne Rücksicht auf Gattung und Beschaffenheit des Bieres für jeden Brauakt durch Berechnung des Inhalts des Braukessels, selbst wenn derselbe nicht vollständig gefüllt ist, festgestellt. 20 pCt. dieses Inhaltes werden jedoch als Ersatz für Verluste der Fabrikation des Auffüllens, Auslaufens und andere Zufälle abgezogen.

Jeder Brauer hat der Steuerstelle sein Gewerbe und den Ort der Ausübung anzuzeigen nnd darf den Betrieb nicht eher beginnen, als nicht die gesetzliche Lizenzgebühr bezahlt ist.

Die Größe der Braugefäße muß ebenfalls angemeldet werden und wird durch steueramtliche Vermessung festgestellt.

Zur Bierfabrikation dürfen nur Braukessel von mindestens 6 hl Rauminhalt verwendet werden.

Nur zum Zwecke des Bierbrauens darf Feuer unter dem Braukessel angelegt werden. Mindestens vier Stunden in den Städten und zwölf Stunden auf dem Lande vor Anzündung des Feuers unter dem Braukessel ist eine Anmeldung abzugeben, auf welche hin der Brauer einen Brauschein erhält.

Im Falle der Anwendung neuerer Braumethoden können den Brauern Erleichterungen und Abweichungen von den allgemeinen Vorschriften gewährt werden.

Die Brauer haben dem Steuerbeamten auf Verlangen ihre Häuser, Brauereien, Werkstätten, Magazine und Keller zu öffnen und das in ihrem Besitze befindliche Bier vorzuzeigen und können letztere das Produkt eines jeden Brauaktes (Würze, Bier) auf den Kühlschiffen und Bottichen oder beim Einfüllen in das Faß revidieren,

d. h. nachmessen. Jeder durch diese Nachmessung sich ergebende Ueberschuß gegenüber dem Bruttoinhalte des Braukessels wird mit Beschlag belegt und zieht, sofern derselbe ein Zehntel übersteigt, außer der Steuernachholung die gesetzliche Strafe nach sich. Uebersteigt dagegen die konstatierte Biermenge nur den steuerpflichtigen Kesselinhalt um ein Zehntel, so tritt lediglich Nachversteuerung des Ueberschusses ein. Behufs der ungehinderten Ermöglichung der gedachten Vermessung des Bieres sind bis zu dessen Einfüllung in die Fässer oder Gärbottiche die einzelnen Gebräue getrennt zu halten. Nach diesem Einfüllen jedoch ist das Vermischen der verschiedenen Gebräue und auch des Dünnbieres mit Starkbier gestattet.

Die Entrichtung der Steuerschuld erfolgt am Schlusse jeden Monats bar, wobei aber ein Rabatt von 3 pCt. fürs Jahr zugestanden wird.

Die Steuerverwaltung kann in Städten von mehr als 30 000 Einwohnern nach Uebereinkommen mit den Brauern eine allgemeine Steuerabfindung in der Höhe des voraussichtlich fällig werdenden Erzeugungssteuerbetrages zugestehen.

Wenn durch besonderen Unfall während der Dauer der Fabrikation ein Gebräu nachgewiesen teilweise oder ganz zu Grunde gegangen ist, so kann die betreffende Steuer erlassen werden.

Bei der Ausfuhr von Bier wird per Hektoliter eine Steuerrückvergütung von Mk. 2,30 für starkes Bier und 58 Pfg. für Dünnbier geleistet.

Die Uebertretungen der gesetzlichen Vorschriften werden mit einer Geldstrafe von 160—480 Mk. belegt.

Statistisches.

Die Bierbrauerei im deutschen Reiche.

I. Brausteuergebiet Etatsjahr 1890/91.

(Preußen, Sachsen, Hessen, Mecklenburg, Thüringen, Oldenburg, Braunschweig, Anhalt, Lübeck, Bremen, Hamburg).

Gesamtzahl der im Laufe des Jahres in Betrieb gewesenen Brauereien	8969
a. hiervon gewerbliche	8054
b. nicht gewerbliche	915

Von diesen Brauereien haben vorwiegend bereitet

obergäriges Bier	
gewerbliche	4916
nichtgewerbliche	914
untergäriges Bier	
gewerbliche	3138
nichtgewerbliche	1

Menge der verwendeten steuerpflichtigen Braustoffe:

Getreide	6 306 244 MC
Malzsurrogate	93 653 „

Menge des gewonnenen Bieres:

obergäriges	8 327 202 hl
untergäriges	23 952 250 „
zusammen	32 279 452 hl.

Gesamteinnahme vom Bier	30 239 725 Mk.
Zahl der Haushalte, in welchen die Bereitung von steuerfreiem Haustrunk stattfindet	39 953.

II. Bayern, Kalenderjahr 1890.

	standen im Betrieb	verbrauchten an Malz
1. Braunbierbrauereien:		
a. Privatbrauereien	4580	4 821 151 hl
b. Aktien „	65	1 272 617 „
c. Kommune „	541	334 102 „
Zusammen	5186	6 427 870 hl
2. Weißbierbrauereien	1563	50 900 hl
Brauereien überhaupt	6749	6 478 770 hl

Menge des gewonnenen Bieres

in den Braunbierbrauereien	14 214 247 hl
„ „ Weißbier „	205 648 „
insgesamt	14 419 895 hl
Biereinfuhr	52 021 hl
Bierausfuhr	2 149 083 „
Gesamteinnahme vom Bier	30 893 202 Mk.

III. Württemberg (Etatsjahr 1. April 1890 bis 31. März 1891).

Zahl der im Betriebe gewesenen Brauereien	7524
Von den Brauereien haben vorwiegend bereitet	
obergäriges Bier	5 277
untergäriges „	2 247
Verbrauch an Malz	845 964 MC
„ „ Malzsurrogaten	5 344 „

Menge des gewonnenen Bieres

obergäriges	110 168 hl
untergäriges	3 397 715 „
insgesamt	3 507 883 hl
Gesamteinnahme vom Bier	8 652 993 Mk.

IV. Baden (Steuerjahr 1. Dezember 1889 bis 30. November 1890).

Am Schlusse des Steuerjahres waren 1854 Braugefäße mit einem Gesamtinhalte von 26 335 hl vorhanden.

Menge des erzeugten Bieres	1 678 802 hl
Gesamteinnahme vom Bier.	5 527 131 Mk.

V. Elsaß-Lothringen (Etatsjahr vom 1. April 1890 bis 31. März 1891).

Zahl der im Betrieb gewesenen Brauereien	146
Vorwiegend obergäriges Bier erzeugten	5
„ untergäriges „ „	141
Menge des gewonnenen Bieres	836 694 hl
Gesamteinnahme vom Bier	2 303 855 Mk.

Siebenter Abschnitt.

Butter- und Käsegewinnung.

Die Milch.

Die Kuhmilch stellt eine weiße Flüssigkeit vom spez. Gewicht von 1,0280 bis 1,0345 bei 15° C dar.

Sie besteht aus 85—90 pCt. Wasser und 10—15 pCt. festen Stoffen. Durchschnittlich enthält sie 87,5 pCt. Wasser und 12,5 pCt. Trockensubstanz. Von letzterer sind:

Fett	2,0—6,0 pCt.,	im Mittel: 3,4 pCt.
Kaseïn	2,0—4,5 „	3,2 „
Albumin	0,2—0,8 „	0,6 „
Laktoproteïn	0,08—0,35 „	0,1 „
Milchzucker	3,0—6,0 „	4,5 „
Asche	0,6—0,9 „	0,7 „

Die Schwankungen in der Zusammensetzung der Milch sind hauptsächlich bedingt durch die Rasse und das Alter der Kühe, die Laktationsperiode und die Art der Fütterung.

Die Reaktion der Milch ist amphoter (Soxhlet), d. h. sie bläut rotes und rötet blaues Lakmuspapier. Dieses Verhalten rührt von der gleichzeitigen Anwesenheit alkalisch und sauer reagierender Phosphate her.

Für die Milchverwertung erscheint als wichtigster Bestandteil das Fett. Dasselbe liefert die Butter und erhöht den Wert des Käses. Die Qualität der Milch wird vorwiegend nach dem Fettgehalte beurteilt und vielfach dementsprechend bezahlt.

Während die tierischen Fette im allgemeinen aus den Glyzeriden der Stearin- ($C_{18}H_{36}O_2$), der Palmitin- ($C_{16}H_{32}O_2$) und der Oelsäure ($C_{18}H_{34}O_2$) bestehen mit geringen Beimengungen von Glyzeriden flüchtiger Fettsäuren mit niedrigerem Molekulargewicht, sind letztere im Milchfett reichlicher vorhanden als in anderen Fetten. Der Gehalt an unlöslichen Fettsäuren beträgt 86—90 pCt., durchschnittlich 87,5 pCt. des gesamten Fettes in der Milch. Der Rest fällt auf die löslichen und flüchtigen Fettsäuren.

Nach den Untersuchungen von Heintz*) nehmen an der Zusammensetzung des Butterfettes Glyzeride der Butin-,**) Stearin-, Palmitin-, Myristin-, Oleïn-, Laurin-, Kapryl-, Kaprin-, Kapron- und Buttersäure teil.

Nach Johnstone bestünde der Teil des Butterfettes, welcher unlösliche Fettsäuren enthält, aus einem gemischten Glyzerid der Isoölsäure, Palmitinsäure und Kaprinsäure

$$\left.\begin{matrix} C_{18}H_{33}O_2 \\ C_{16}H_{31}O_2 \\ C_{10}H_{19}O_2 \end{matrix}\right\} C_3H_5.$$

Diese Verbindung soll zuweilen gemischt sein mit dem Glyzeride der Nondezylsäure, während Stearinsäure nicht im Butterfett enthalten sei.

Das spez. Gewicht des Butterfettes schwankt zwischen 0,9028—0,9046 bei 37,8° C (James Bell). Auf Wasser von 4° C und den luftleeren Raum bezogen beträgt es nach Fleischmann 0,93.

Es schmilzt bei 30,5—34° C und erstarrt bei 19° C.

Das Fett ist in der Milch in Form mikroskopisch kleiner Kügelchen oder Tröpfchen (Milchkügelchen) außerordentlich fein verteilt.

In einem Liter Milch sind nach Soxhlet, auf den durchschnittlichen Gehalt von 35 g Fett bezogen, 691—2291 Billionen Fetttröpfchen vorhanden, welche eine Gesamtoberfläche von 512—710 qm besitzen. Diese außerordentlich feine Verteilung, welche den Verdauungsorganen so zahlreiche Angriffspunkte darbietet, ist für die Resorption des Fettes von größter Bedeutung.

Die Milchkügelchen bestehen aus flüssigem Fett und sie bleiben auch flüssig, selbst wenn die Milch weit unter den Erstarrungspunkt desselben abgekühlt wird. Erst bei Temperaturen unter 0° gehen sie in den festen Zustand über, wobei die größeren Tröpfchen ihre Kugelgestalt einbüßen (Soxhlet).

Die Fähigkeit, unter dem Erstarrungspunkte flüssig zu bleiben, in sogenanntem unterkühltem Zustande zu verharren, ist durch die allen Tropfen eigentümlichen kapillaren Spannungen bedingt, welche die Erstarrung verzögern, indem sie die Flüssigkeitsteilchen mit einer gewissen Kraft in ihrer Lage festhalten. Man beobachtet die gleiche Erscheinung auch beim Wasser, welches in Kapillarröhrchen, als Tröpfchen auf nicht benetzter Fläche oder fein verteilt in einer Mischung von Chloroform und Süßmandelöl weit unter 0° abgekühlt werden kann, ohne zu erstarren.

Obgleich die Fette in Aether leicht löslich sind, kann man der Milch das in ihr enthaltene Fett durch Schütteln mit Aether nicht entziehen. In diesem auffallenden Verhalten erblickte man eine Stütze für eine früher fast allgemein verbreitete Annahme, daß die Milchkügelchen von einer für Aether undurchdringlichen Eiweißmembran umgeben sind. Die Unhaltbarkeit dieser Annahme wurde durch Soxhlet erwiesen, welcher zeigte, daß die Ursache jener eigentümlichen Erscheinung in dem Emulsionszustande zu suchen ist, in welchem sich das Fett in der Milch befindet. Durch denselben kommen offenbar besondere Adhäsionsverhältnisse zu Stande zwischen den Fettkügelchen und der umgebenden Milchflüssigkeit, so daß eine

*) Poggendorf, Annalen für Physik und Chemie, Bd. 90, Seite 137.
**) Identisch mit Arachinsäure $C_{20}H_{40}O_2$.

Benetzung und Auflösung jener Tröpfchen verhindert wird. Der emulgierende Bestandteil der Milch ist das Kaseïn. Wird dasselbe durch Entziehung seines Alkalis chemisch gefällt oder durch wasserentziehende Mittel mehr oder minder seines Quellungswassers beraubt, so verliert es seine emulgierenden Eigenschaften, der Emulsionszustand der Milch wird aufgehoben und nun können die Milchkügelchen von Aether, Benzin, Chloroform ꝛc. gelöst werden.

Die Proteïnstoffe der Milch bestehen aus Kaseïn, Albumin, Laktoglobulin und Laktoproteïn.

Das Kaseïn, von welchem die Milch im Mittel 3,2 pCt. enthält, ist in weitaus überwiegender Menge vorhanden. Es ist mit dem Fette der wichtigste Bestandteil für die Käsebereitung.

Die Elementarzusammensetzung des Kaseïns ergiebt sich aus folgenden Zahlen:

Kohlenstoff	53,00	pCt.
Wasserstoff	7,12	„
Stickstoff	15,65	„
Sauerstoff	22,60	„
Schwefel	0,78	„
Phosphor	0,85	„

Nach Hammarsten aus der Milch in reinem Zustande abgeschieden, stellt es ein staubfeines, schneeweißes Pulver dar, welches in Wasser und verdünnten Säuren unlöslich, in Alkalien und konzentrierten Säuren löslich ist. Es zeigt saure Eigenschaften, indem es blaues Lakmuspapier rötet und aus Kalciumkarbonat Kohlensäure auszutreiben vermag. Das Kaseïn geht also mit Basen Verbindungen ein, von denen die mit Kalk besonderes Interesse beanspruchen. Man kennt deren drei: eine Kaseïnkalkverbindung mit 0,8—1,2 pCt. CaO, welche auf Lakmus sauer reagiert (Hammarsten), eine zweite mit 1,55 pCt. CaO, gegen Lakmus sich neutral verhaltend und eine dritte mit 2,36 pCt. CaO, welche gegen Lakmus alkalisch reagiert.

Söldner*), welcher in einer umfassenden Arbeit die beiden letzten Verbindungen studierte, bezeichnet die eine im Hinblick auf ihr Verhalten gegen Lakmus als „neutrale", die andere als „basische" Kaseïnkalkverbindung.

Die Kaseïnkalkverbindungen sind in Wasser löslich. Neutrale oder schwachsaure Kaseïnkalklösungen nehmen jedoch nach einiger Zeit eine milchig-trübe Beschaffenheit an.

Alkalisch, neutral oder eben wahrnehmbar sauer reagierende Kaseïnkalklösungen gerinnen beim Kochen nicht, stärker saure bei um so geringerer Temperaturerhöhung, je saurer sie sind.

In der Milch ist nun das Kaseïn wie aus den Untersuchungen Söldners hervorgeht, als neutraler Kaseïnkalk vorhanden und zwar befindet sich letzterer in der Milch nicht in Lösung, sondern in halblöslichem oder gequollenem Zustande.

Es zeigt sich dieses deutlich, wenn Milch auf poröse Thonplatten gebracht wird. Kaseïn und Fett bleiben zurück, während die löslichen Bestandteile mit dem Wasser aufgesaugt werden.

---

*) Die landw. Versuchsstationen XXXV, 354.

Durch verdünnte Säuren und durch Lab, das Ferment des Kälbermagens, wird das Kaseïn in der Milch aus dem gequollenen in den unlöslichen Zustand übergeführt, eine Erscheinung, welche man als Gerinnung bezeichnet. Die Wirkung der Säure beruht hierbei darauf, daß dem Kaseïn der Kalk entzogen wird. Für die Labwirkung, ist man zur Zeit nicht in der Lage, eine befriedigende Erklärung zu geben. Eine wesentliche Rolle spielen bei derselben die löslichen Kalksalze der Milch.

Das Albumin ist in der Milch in löslicher Form in einer durchschnittlichen Menge von 0,6 pCt. erhalten.

Nach Sebelien zeigt es folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff .	52,19 pCt.
Wasserstoff .	7,18 „
Stickstoff . .	15,77 „
Sauerstoff .	23,13 „
Schwefel . .	1,73 „

Durch Erwärmen der Lösung auf 70—75 ° C wird es koaguliert, in den unlöslichen Zustand übergeführt. Der Salzgehalt der Lösung ist jedoch auf die Gerinnungstemperatur von Einfluß, so daß mit einer Zunahme des ersteren sich die letztere erhöht.

Von dem Blut- oder Serumalbumin ist das Laktoalbumin verschieden.

Das Laktoglobulin ist in normaler Milch in minimaler Menge vorhanden. Es wird nach der Abscheidung des Kaseïn durch Lab aus dem Filtrat durch schwefelsaure Magnesia ausgefällt. Es koaguliert bei ungefähr 70 ° C.

Gleichfalls in verhältnismäßig geringer Menge, etwa zu 0,1 pCt., ist das Laktoproteïn (auch Galaktin oder Albuminose genannt) in der Milch enthalten. Dasselbe nähert sich in seinen Eigenschaften dem Pepton, da es weder durch Säuren noch durch Erhitzen gefällt wird, wohl aber durch salpetersaures Quecksilberoxyd, Phosphorwolframsäure, Tannin 2c.

Neben den Eiweißstoffen wurden an stickstoffhaltigen Körpern in der Milch in geringer Menge gefunden: Harnstoff, Hypoxanthin und Ammoniak.

Der Milchzucker $C_{12} H_{22} O_{11} + H_2 O$ gehört in die Gruppe der Disaccharade oder Saccharosen. Der gewöhnliche Milchzucker (α-Modifikation) bildet große, rhombische, hemiedrisch ausgebildete Krystalle vom spezifischen Gewichte 1,53—1,54. In kaltem Wasser löst er sich langsam. Er schmeckt weniger süß als der Rohrzucker.

Die normale konstante spezifische Drehung beträgt $[\alpha]_D = 52,53°$. Gleich nach erfolgter Lösung dreht der Milchzucker $^8/_5$ stärker als nach dem Aufkochen oder nach 24 stündigem Stehen.

Durch Entwässern von festem, gewöhnlichem Milchzucker erhält man ein hygroskopisches Anhydrid $C_{12} H_{22} O_{11}$, welches, frisch gelöst, ebenfalls Mehrrotation zeigt, später normale Drehung (β-Modifikation).

Dampft man eine wässerige Milchzuckerlösung auf dem Wasserbade unter Umrühren zur Trockene ein, so bleibt wasserfreier, nicht hygroskopischer Milchzucker zurück, welcher eine $^5/_8$ Mal geringere Drehung zeigt; nach 24 Stunden ist dieselbe jedoch wieder normal (γ-Modifikation).

Mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure einige Stunden gekocht, wird der Milchzucker in Dextrose und Galaktose gespalten:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = \underset{\text{Dextrose}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Galaktose.}}{C_6H_{12}O_6}$$

Der Milchzucker reduziert alkalische Kupferlösung direkt.

1 cc Fehlingscher Lösung entspricht 6,757 mg Milchzucker, wenn letztere in einprozentiger Lösung angewendet und sechs Minuten gekocht wird. Nach der Invertierung mit Säuren erhöht sich das Drehungs- und Reduktionsvermögen des Milchzuckers.

Mit Phenylhydrazin bildet der Milchzucker Phenyllaktosazon $C_{24}H_{32}N_4O_9$, welches sich beim Abkühlen der wässerigen Lösung in kugeligen Aggregaten von gelben Nadeln abscheidet und bei 200 ° schmilzt. Mit sehr verdünnter Schwefelsäure entsteht ein Anhydrit $C_{24}H_{30}N_4O_8$, welches auch in heißem Wasser fast unlöslich ist und bei 223—224 ° schmilzt.

Bei der Oxydation mit Salpetersäure erhält man 36—40 pCt. des Milchzuckers an Schleimsäure.

Milchzucker wird, wie es scheint, durch die gewöhnlichen Arten der Ober- und Unterhefe nicht vergoren. Dagegen sind einige wenige wilde Hefen bekannt, welche in Milchzuckerlösungen Gärung erregen können.

Durch gewisse Spaltpilze, welche in der Milch einen sehr geeigneten Nährboden für ihre Entwickelung vorfinden, wird der Milchzucker in Milchsäure und Buttersäure übergeführt. Besonders leicht tritt die Milchsäuregärung auf, da sich Milchsäurefermente fast überall in der Luft, insbesondere in der Stallluft und in Wirtschaftsräumen vorfinden und so leicht in die Milch gelangen. In der Regel ist es ein stäbchenförmiger Spaltpilz (Bacillus acidi lactici) mit lebhaft wimmelnder Bewegung, welcher das Sauerwerden der Milch veranlaßt.

Physiologisch sehr interessant ist das Vorkommen von Zitronensäure in in der Milch. Diese eminente Pflanzensäure wurde von Henkel als normaler Bestandteil der Milch erkannt und aufgefunden. Nach Scheibe enthält 1 Liter Kuhmilch 1,7—2 gr, Ziegenmilch 1—1,5 gr Zitronensäure. Auch in der Frauenmilch ist sie vorhanden.

Nach Ritthausen enthält die Milch auch einen dextrinartigen Körper; doch bedarf diese Angabe noch einer eingehenderen Untersuchung.

Die mineralischen Bestandteile der Milch ergeben sich aus der Zusammensetzung der Milchasche wie folgt (König):

Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisenoxyd	Schwefelsäure (SO_3)
24,06	6,05	23,17	2,63	0,44	1,26

Phosphorsäure (P_2O_5)	Chlor
27,98	13,45.

Da ein Teil der mineralischen Stoffe an Zitronensäure und an Kaseïn gebunden ist, welche bei der Veraschung Veranlassung zur Bildung kohlensaurer Salze geben und ebenso ein Teil der Phosphorsäure auf den Phosphor als Kaseïnbestandteil zurückzuführen ist, so giebt die Aschenanalyse ohne weiteres kein Bild von der Verteilung der mineralischen Bestandteile als Salze in der Milch. Hierüber giebt die bereits erwähnte Untersuchung von Söldner einen Anhaltspunkt, welcher in einer Milch mit einem Salzgehalt von 9,056 gr pro Liter folgende Mengen der einzelnen Salze fand:

Chlornatrium	. . . . .	0,962 gr,
Chlorkalium	. . . . .	0,830 „
Monokaliumphosphat	. .	1,156 „
Dikaliumphosphat	. . .	0,835 „
Kaliumcitrat	. . . . .	0,495 „
Dimagnesiumphosphat	. .	0,336 „
Magnesiumcitrat	. . . .	0,367 „
Dicalciumphosphat	. . .	0,671 „
Tricalciumphosphat	. . .	0,806 „
Calciumcitrat	. . . . .	2,133 „
Calciumoxyd an Kaseïn geb.		0,465 „

Von besonderer Bedeutung sind für die Verarbeitung der Milch die löslichen Kalksalze, welche die Gerinnungsfähigkeit des Kaseïns durch Lab bewirken.

An Gasen hat man in der Milch geringe Mengen von Sauerstoff und Stickstoff und freie Kohlensäure gefunden.

Mittlere Zusammensetzung von Ziegen- und Schafmilch (König)

	Wasser	Kaseïn	Albumin	Fett	Milchzucker	Salze
Ziegenmilch	87,33	3,01	0,51	3,94	4,39	0,82
Schafmilch	81,33	5,28	1,03	6,83	4,73	0,82

Die Veränderungen der Milch durch Bakterien. (Milchkrankheiten).

Normale Milch ist, so lange sie sich im Euter befindet, keimfrei. Jedoch schon beim Melken nimmt sie zahlreiche Spaltpilze aus der Stallluft und aus den Gefäßen, mit welchen sie in Berührung kommt, auf. Da die Milch einen ausgezeichneten Nährboden für zahlreiche Bakterienarten darstellt, so vermögen dieselben sich unter günstigen Bedingungen rasch zu vermehren und je nach ihrer Natur verschiedene chemische, teils erwünschte, teils unliebsame Veränderungen hervorzurufen (Milchfehler und Krankheiten).

Die am häufigsten vorkommende Veränderung, welche die Milch unter dem Einflusse von Bakterien erleidet, ist die der spontanen Gerinnung, welche einerseits durch die Bildung von Milchsäure, andererseits durch sogenanntes Bakterienlab erfolgen kann.

Die erstere Art der Gerinnung ist am bekanntesten. Man braucht ja nur die Milch zwei bis drei Tage bei gewöhnlicher Temperatur stehen zu lassen, so gerinnt sie zu einer gleichmäßig gallertigen Masse von angenehm säuerlichem Geschmack und stark saurer Reaktion.

Die Erscheinung beruht darauf, daß der Milchzucker, wie Pasteur entdeckte, durch Spaltpilze in Milchsäure umgewandelt wird und letztere das Kaseïn zur Ausscheidung bringt.

Nach den Untersuchungen von Hueppe und seinen Schülern giebt es eine ziemlich artenreiche Gruppe echter Milchsäurebakterien. Der Hueppesche Milchsäurebacillus (Bac. acidi lactici Hueppe), welcher der verbreitetste dieser Gruppe

ist, spaltet den Milchzucker fast glatt in Milchsäure ($C_6 H_{12} O_6 = 2 C_3 H_6 O_3$) und bildet nebenbei nur eine Spur von Kohlensäure. Andere Arten erzeugen noch gewisse andere Nebenprodukte (z. B. Aethylalkohol).

Der angenehme charakteristische Geruch der sauern Milch rührt von kleinen Mengen aromatischen Stoffen her, welche gleichfalls von Bakterien gebildet werden.

Alle Arten der Milchsäurebakterien entwickeln sich nur bei Temperaturen über 10° C. Man hat daher in der Abkühlung der Milch auf oder besser unter jene Temperatur ein vortreffliches Mittel, die Säuerung hintan zu halten. Zwischen 35 und 42° C ist die Gärwirkung der Bakterien am lebhaftesten.

Durch Kochen der Milch werden die Milchsäurebakterien getötet. Gleichwohl gerinnt bekanntlich auch gekochte Milch bei längerem Stehen. Letztere Erscheinung beruht nun darauf, daß die Sporen gewisser Spaltpilzformen, welche meist der Gruppe der Kartoffelbazillen angehören, das Kochen zu überdauern vermögen. Indem sich dieselben später entwickeln, scheiden sie eine labähnliche Substanz aus, welche das Kaseïn der gekochten Milch zum Gerinnen bringt. Bei dieser Art von Gerinnung ist die Reaktion der Milch keine saure, sondern eine neutrale oder schwach alkalische. Die hier in Frage kommenden Spaltpilze wurden insbesondere von Duclaux studiert und charakterisiert. Eine Anzahl derselben, welche auch beim Reifen des Käses eine Rolle spielen, faßte Duclaux in eine Gruppe, welche er Tyrothrix nennt, zusammen. Von diesen vermag Tyrothrix tenuis jenes Lab in sehr bedeutender Menge zu produzieren, indem dieses Bakterium das 60000fache seines Eigengewichtes an Milch zur Gerinnung bringen kann. Ausgezeichnet sind jene Spaltpilze noch durch die Fähigkeit, das ausgeschiedene Kaseïn allmählich wieder zu lösen, wodurch sie für den Vorgang der Käsereifung eine gewisse Bedeutung erlangen (s. d.).

Als Milchkrankheiten bezeichnet man Vorgänge, durch welche die Milch in ihren physikalischen Eigenschaften oder in ihrer chemischen Zusammensetzung nachteilige Veränderungen erfährt.

Die Folgen der Milchkrankheiten sind dann Milchfehler, welche häufig dazu führen, daß von einer Verwendung solcher Milch zu Molkereizwecken Abstand zu nehmen ist. Als Erreger der Milchkrankheiten sind verschiedene Mikroorganismen anzusehen.

Auf solche durch den Lebensprozeß verschiedener Mikroben hervorgerufene Milchfehler sind zurückzuführen:

Die blaue Milch. Die nach Neelsen namentlich in der norddeutschen Tiefebene, speziell im Küstengebiet der Ostsee häufiger auftretende Erscheinung der blauen Milch rührt von der Anwesenheit eines Spaltpilzes, des Bacterium cyangyenum Fuchs her, welches einen blauen Farbstoff erzeugt. Dieser löst sich im Serum der Milch. Zur Bildung des Farbstoffes ist Gegenwart von Sauerstoff erforderlich. Verschiedene Varietäten des Spaltpilzes, welche eine mehr oder weniger intensive Blaufärbung der Milch hervorzurufen vermögen, sind von Hueppe isoliert worden.

Die rote Milch. Verschiedene Spaltpilze besitzen die Fähigkeit, in der Milch einen roten Farbstoff zu erzeugen, wodurch dieselbe intensive rote Flecken erhält oder in der ganzen Masse rot gefärbt wird. Am verbreitetsten unter diesen Spaltpilzen ist der Micrococcus prodigiosus, welcher insbesondere auf stärkehaltigen Materialien, Brod, Kartoffelscheiben, Stärkekleister ꝛc. häufig vorkommt.

Die Kokken selbst sind farblos und es scheint, als ob der Farbstoff außerhalb der Zellen gebildet werde. Auch hier ist zur Bildung des Farbstoffs Sauerstoffzutritt erforderlich. Durch die Entwicklung des Pilzes bildet sich zunächst Säure in der Milch, wodurch Kaseïn ausgeschieden wird; darauf tritt eine alkalische Reaktion auf, verbunden mit einem deutlich wahrnehmbaren Geruch nach Trimethylamin.

Durch das von Hueppe aufgefundene Bacterium lactis erythrogenes wird die Milch unter gleichzeitiger Gerinnung intensiv rot gefärbt, jedoch nur dann, wenn dieselbe im Dunkeln aufbewahrt wird. Adametz isolierte eine Sarcinaart, welche einen braunroten Farbstoff in derselben zu erzeugen vermag. Verhältnismäßig unschädlich sind mehrere Peptongelatine nicht verflüssigende Mikrokokken, welche in der bei der Aufrahmung sich bildenden Rahmschicht rote Flecken hervorrufen.

Gelbe Milch vermag der durch Schröter beobachtete Bacillus synxanthus zu erregen.

Die von Farbstoff erzeugenden Spaltpilzen befallene Milch ist natürlich unappetitlich oder auch sonst zu einer weiteren Verarbeitung ungeeignet. Sie ist jedoch nicht giftig und kann unbedenklich verfüttert werden.

Schleimige oder fadenziehende Milch. Auch an dieser unliebsamen Erscheinung, bei welcher die Milch eine schleimige Beschaffenheit annimmt und statt Tropfen zu bilden beim Ausgießen Faden zieht, sind verschiedene Bakterienarten beteiligt und zwar hat man hier zwei Gruppen von Bakterienarten zu unterscheiden: Die erste Gruppe umfaßt jene Bakterien, welche den Milchzucker in eine schleimige Substanz (Galaktan?) verwandeln, neben der Bildung von Mannit und Kohlensäure, also die Erreger der eigentlichen Schleimgärung. Hierher gehört ein von Schmidt-Mühlheim beobachteter Mikrokokkus und ein von Hueppe isolierter, ferner der Mikrokokkus der „langen Wei", einer fadenziehenden Molke, welche bei Bereitung des Edamer Käses Verwendung findet (Weigmann). Bei der zweiten Gruppe von Spaltpilzen wird die schleimige Beschaffenheit der Milch dadurch bewirkt, daß die Spaltpilze ihre Membranen stark vergallerten. Als Vertreter dieser Gruppe mögen erwähnt werden, der Löfflersche Bazillus der schleimigen Milch, der von Duclaux beobachtete, der von Adametz isolierte Bacillus lactis viscosus und der weit verbreitete Kartoffelbazillus, Bacillus mesentericus.

Die bittere Milch und noch verschiedene andere Milchfehler werden ebenfalls durch die Entwicklung von Bakterien bedingt. Weigmann fand in einer Milch ein sporenbildendes, etwas bewegliches Bakterium, welches 24 Stunden nach der Impfung der Milch einen bitteren Geschmack verleiht. Dasselbe bildet in Milch kein Gas, wohl aber ein kaseïnlösendes Ferment und flüchtige Säure, die aber keine Buttersäure ist.

Gärungserscheinungen mit Gasentwicklung werden in der Milch durch Bakterien und Hefen hervorgerufen, welche den Milchzucker zu vergären vermögen. Diese Art von Mikroorganismen ist besonders gefährlich für die Verarbeitung der Milch auf Käse, da sie die höchst unliebsamen Blähungserscheinungen beim Reifen der Käse bewirken (s. d.).

Die zuweilen beobachtete Giftigkeit der Milch dürfte zweifellos ebenfalls auf Zersetzung in der Milch durch Mikroorganismen beruhen, welche zur Bildung von Ptomainen, jenen giftigen Stoffwechselprodukten verschiedener Bakterien führen.

Außer durch Mikroorganismen, kann auch eine abnorme Beschaffenheit der Milch durch andere Ursachen wie Krankheit und mangelhafte Fütterung der Kühe bedingt werden. Altmilchende Kühe, bei welchen die Milchbildung nicht mehr in normaler Weise vor sich geht, liefern nicht selten auf einzelnen oder auf allen vier Strichen salzig-bittere Milch.

Die sog. „sandige Milch“ entsteht, wie es scheint, lediglich durch eine besondere Beschaffenheit des Futters. Die Erscheinung beruht darauf, daß sich kleine Krystalle von phosphorsaurem Kalk aus der Milch ausscheiden und so Veranlassung zur Bildung von Milchsteinen im Euter der Kühe geben.

Das Sterilisieren (Pasteurisieren) der Milch.

Das geeignetste Mittel, die in der Milch vorhandenen Mikroorganismen unschädlich zu machen, ist das Sterilisieren (Pasteurisieren) derselben, welches in einem Erhitzen der Milch besteht, wobei zugleich dafür gesorgt werden muß, daß nach dem Erhitzen nicht von neuem eine Infektion durch Spaltpilze stattfinden kann. Das Sterilisieren der Milch ist von um so größerer Bedeutung, als nicht nur die oben erwähnten Spaltpilze, sondern auch die meisten pathogenen Arten, welche bei Menschen und Tieren Krankheiten hervorrufen können, sich in der Milch zu entwickeln vermögen, wie der Typhus-, der Cholera-, der Tuberkel-, der Milzbrandbazillus u. a. In der That hat man wiederholt die Erfahrung gemacht, daß Typhus, Cholera, Tuberkulose und andere Krankheiten durch die Milch Verbreitung fanden. Besonders häufig kommen die Tuberkelbazillen in der Milch vor. Ein Umstand, der nicht auffällig erscheint, wenn man bedenkt, daß insbesondere die durch hohe Milchergiebigkeit ausgezeichneten Rassen vielfach mit Tuberkulose behaftet sind. Von großer Wichtigkeit ist daher das Sterilisieren der Milch für deren direkte Verwendung als Nahrungsmittel und zwar namentlich für die Säuglingsernährung. Die Aufgabe für diesen Zweck, ein in jeder Haushaltung leicht und sicher durchzuführendes Sterilisierungsverfahren zu schaffen, ist bekanntlich von Soxhlet in glücklichster Weise gelöst worden. Der neue Soxhletsche Sterilisierapparat ist jedenfalls das einfachste und zweckmäßigste, was in dieser Richtung erdacht werden konnte.

Von allgemeinem Interesse für die Milchsterilisierung sind folgende Versuchsergebnisse Soxhlets*):

1. Es giebt Milchsorten, welche leicht und solche, welche schwer sterilisierbar sind. Die frisch gemolkene und ebenso die 20 Stunden bei Zimmertemperatur — 17° C — aufbewahrte Milch mancher Ställe ist regelmäßig durch 45 Minuten langes Erhitzen auf den Siedepunkt des Wassers vollständig zu sterilisieren. Solche vollständig sterilisierte Milch bleibt 6 Monate im Brutofen unzersetzt. Schwer sterilisierbare Milch, auf gleiche Weise behandelt, gerinnt bei Brutwärme schon nach 3—4 Tagen. Als leicht sterilisierbar bezeichnet Soxhlet eine Milch, welche nach seinem Verfahren behandelt, sich 30 Tage bei Brutwärme — 35° C — unzersetzt erhält.

2. Bei mittlerer Zimmertemperatur aufbewahrt bleibt auch die am schwierigsten zu sterilisierende Milch Monate lang unzersetzt, wenn sie 45 Minuten auf den Siedepunkt des Wassers erhitzt war.

*) Münchener med. Wochenschrift 1891, Nr. 19 u. 20.

3. Alle sterilisierten Milchproben, welche bei Brutwärme nach kürzerer oder längerer Zeit geronnen waren, zeigten niemals Gerinnung durch Säurebildung, sondern durch die Wirkung von Labferment, welches von Buttersäure bildenden Bakterien ausgeschieden war. Die Säuremenge betrug immer nur $^1/_3$ bis höchstens $^2/_3$ der zur Gerinnung unbedingt erforderlichen Menge.

4. In ungekochter Milch, welche bei 35° stehend gerinnt, entsteht fast nur Milchsäure. Die gleichzeitig entstehende Buttersäure übersteigt nicht 4 pCt. der Gesamtsäure. In unvollständig sterilisierten Milchproben dagegen beträgt die entstandene Menge Buttersäure mindestens 15 pCt., in der Regel 30 und oft über 60 pCt. der Gesamtsäure.

5. Auch Milch, welche nur einige Minuten in offenen Gefäßen gekocht wird, zeigt die Erscheinung, daß sie regelmäßig bei Brutwärme nicht durch Säure, sondern durch Lab gerinnt (s. o.).

6. Bei einer an sich schwer sterilisierbaren Milch wurde kein günstigerer Sterilisierungsgrad erreicht, wenn auch im strömenden Dampf von 100° C — gegenüber dem in München zu erzielenden normalen Siedepunkt von 98,3° C — erhitzt wurde, oder wenn bei 98,3° die Erhitzungsdauer auf 60 Minuten ausgedehnt wurde, oder wenn diese Sterilisierung an drei Tagen wiederholt wurde, oder wenn Flaschen und Verschlüsse bei 140° im Dampfstrome vorher sterilisiert waren; hingegen erzielte man beim Erhitzen im Dampfstrome von 102—103° C häufig vollständige Sterilisierung, d. h. Haltbarkeit bei Brutwärme während mehrerer Monate. Eine solche Erhitzung auf höhere Temperaturen, sowie eine längere Sterilisierung bei 100° bewirkt jedoch anderweitige ungünstige Veränderungen in der Milch, insbesondere dadurch, daß ein Ausschmelzen von Fett stattfindet und damit der für die Verdaulichkeit der Milch so sehr wichtige Emulsionszustand des Fettes aufgehoben wird.

7. Wie leicht begreiflich, ist der Grad der Sterilisierbarkeit durch die Menge und Art der Verunreinigungen bedingt, die sich in der Milch vorfinden. Milch von verhältnismäßig leichter Sterilisierbarkeit hielt sich nach Soxhlet's Verfahren sterilisiert bis zum Eintritt der Gerinnung 40 Tage; als ihr vor der Sterilisierung 0,07 pCt. Kuhkot aus demselben Stalle beigemischt wurde, gerann sie schon in drei Tagen. Den gleichen Effekt hatte der Zusatz einer kleinen Menge eines Heuauszuges und von Zentrifugenschlamm.

Soxhlet kommt nun auf Grund seiner Versuche und Beobachtungen zu der berechtigten Forderung, daß das Bestreben der Milchproduzenten auf die Beschaffung einer leicht sterilisierbaren Milch gerichtet sein soll. Durch entsprechende Reinlichkeit und sorgfältige Behandlung der Milch ist dieses auch leicht zu erreichen.

Als sogenannte Kindermilch betrachtet Soxhlet jede frische, normal zusammengesetzte Milch, welche sich durch dreiviertel bis einstündiges Erhitzen auf den Siedepunkt des Wassers vollständig oder doch so weit sterilisieren läßt, daß sie sich bei Brutwärme — 35° C — aufbewahrt mindestens einen Monat lang unzersetzt hält.

Nachdem sich das Soxhletsche Verfahren beim Gebrauche in den Haushaltungen vorzüglich bewährte, fand dasselbe auch Anwendung im großen zuerst durch Dr. C. Hochsinger in Wien. Doch dürfte sich im allgemeinen die Sterili-

sierung der Milch in einzelnen Flaschen im Großbetriebe zu teuer stellen; abgesehen davon, daß jedenfalls, wenigstens bei dem von Neuhaus, Gronwald und Oehlmann angewendeten Patentverschluß sich nicht jene Sicherheit erzielen läßt, wie mit dem Soxhletschen.

Ohne Berücksichtigung der hygienischen Seite, lediglich von dem Bestreben geleitet, die Haltbarkeit zu erhöhen, sind eine Reihe von Verfahren ausgebildet worden, bei welchen die Milch nur sehr kurze Zeit auf Temperaturen von 65 bis 75° C erhitzt wird, und welche man als Pasteurisierverfahren bezeichnete. Man ging dabei von den Beobachtungen Pasteurs aus, daß ein ganz kurzes Erhitzen des Weins auf 55° C genüge, um schädliche Gärungsorganismen zu töten. Ohne die große Verschiedenheit in den Eigenschaften der alkoholhaltigen Flüssigkeit und der Milch einerseits und in der Natur und Zahl der in ihnen vorkommenden Mikroorganismen andererseits entsprechend zu würdigen, wurden die Prinzipien des Pasteurisierens von der einen auf die andere übertragen. Kein Wunder, daß die verschiedenen Pasteurisierapparate für Milch eine sehr wechselnde Beurteilung in der Praxis erfuhren und im allgemeinen den an sie gestellten Forderungen nicht entsprachen.

H. Bitter*) hat nun in neuester Zeit exakte Untersuchungen darüber angestellt, wie man durch Pasteurisieren eine allen Anforderungen in wirtschaftlicher und hygienischer Beziehung entsprechende Haltbarkeit der Milch erzielen könne. Die Versuche führten zur Konstruktion eines neuen Pasteurisierapparates, da die vorhandenen Apparate für den genannten Zweck nicht in Betracht kommen konnten; denn entweder wurden mit Anwendung derselben die Organismen in der Milch nicht genügend unschädlich gemacht, oder es wurde der Geschmack der Milch ungünstig beeinflußt.

Der neue Apparat hatte folgenden Anforderungen zu genügen:

1. Mußte es möglich sein, die Milch auf eine beliebige Temperatur rasch zu erwärmen und beliebig lang genau auf dieser Temperatur zu erhalten. Dabei mußte man vollständig sicher sein, daß die betreffende Temperatur auch auf sämtliche Milchteilchen genau gleich lange einwirkte. Demgemäß war vor allem für eine sehr feine Regulierbarkeit der Temperatur und eine ganz gleichmäßige Wärmeverteilung zu sorgen.
2. Mußte der Apparat, sollte er für die Praxis brauchbar sein, das Pasteurisieren großer Mengen Milch in kurzer Zeit gestatten.
3. Mußte aus demselben Grunde der Betrieb und die Bedienung einfach und ohne besonders technisch geschultes Personal durchführbar sein.

Nach den an den bisherigen Apparaten gemachten Erfahrungen konnte der Betrieb eines solchen nicht kontinuierlich gestaltet werden, vielmehr konnte eine den unter 1 genannten Ansprüchen genügende Erwärmung nur erreicht werden, wenn jedesmal ein bestimmtes Quantum Milch eine bestimmte Zeit auf die gewünschte Temperatur erwärmt, dann gekühlt und ein neues Quantum Milch ebenso behandelt wurde.

Der nach jenen Prinzipien konstruierte Apparat, welcher von Seidensticker in Jena ausgeführt wurde, besteht nun aus einem 50 l Milch fassenden, mit einem

*) Zeitschrift für Hygiene. 1890, 240.

übergreifenden kupfernen Deckel versehenen zylindrischen Gefäß von verzinntem Kupfer. Nahe der inneren Wand desselben, etwa 2 cm davon entfernt, läuft ein 3 cm weites, kupfernes und verzinntes Schlangenrohr. Am Boden des Gefäßes setzt sich dasselbe in ein zweites, in der Mitte verlaufendes, enger gewundenes Schlangenrohr fort, welches am oberen Rande umbiegt und zwischen den Lücken des aufsteigenden Rohres zum Boden zurückkehrt, um denselben zu durchsetzen und außen offen zu enden. Die Heizfläche dieses Schlangenrohrsystems, durch welches Dampf geleitet wird, beträgt etwa 1,2 qm. Für die gleichmäßige Durchwärmung der Milch ist durch ein Rührwerk Sorge getragen. Durch Regulierung des Dampfventils ist die Temperatur, welche durch ein in der unteren Seitenwand angebrachtes Thermometer kontroliert wird, leicht konstant zu halten. Ein im Boden des Gefäßes befindlicher Hahn dient mit Vermeidung eines toten Raumes zum Ablassen der erhitzten Milch.

Sämtliche Apparatteile können behufs gründlicher Reinigung auseinandergenommen werden.

Das Pasteursieren der Milch hat nun natürlich nur dann einen Sinn, wenn dieselbe nach dem Erhitzen bis zu ihrer Verwendung möglichst vor neuen Infektionen geschützt ist. Die Gefahr einer Neuinfektion geht nun hauptsächlich von den Gefäßen aus, mit welchen die Milch in Berührung kommt. Bitter sterilisiert daher sowohl den Kühler, über welchen die erhitzte Milch laufen muß, als auch die Transportkannen.

Von den zahlreichen vorhandenen Kühlern wurde als einer Sterilisierung am leichtesten zugänglich der Patentkühler von Schmidt in Bretten (Fig. 229) gewählt. Der ganze Kühler samt dem Milcheinlaufgefäß wird einfach mit einem Helm von Eisenblech, welcher oben konisch in einer engen Oeffnung zum Abströmen des Dampfes endet und mittels einer an seinem unteren Rande angebogenen Nut auf dem Rande des Sammelgefäßes dicht aufsitzt, bedeckt.

Durch den Milchablaßhahn kann dann Dampf in den Raum zwischen Mantel und Kühler eingeführt und dadurch die ganze mit der Milch in Berührung kommende Fläche sterilisiert werden.

Für die Sterilisierung der Milchtransportkannen sind in dem Deckel derselben zwei Blechrohre von 1 cm Weite eingelötet, deren eines bis auf den Boden reicht, während das andere nahe unter dem Deckel endigt. Durch das erstere wird Dampf vom Kessel in den Raum geleitet in der Weise, daß der Dampf aus den Abströmungsöffnungen der Kannen in einem 50—60 cm hohen Strahle aufwärts zieht.

Das Verfahren mit dem Seidenstickerschen Pasteurisier-Apparat gestaltet sich nun folgendermaßen:

Zunächst werden die Kannen und der Kühler sterilisiert. Den Pasteurisier-Apparat zu sterilisieren, erscheint zwar nicht unbedingt notwendig, doch ist es zweckmäßig, wenigstens durch den Milchablaßhahn einige Minuten Dampf hindurchzuleiten.

Um die beim Beginne des Ueberrieselns der Milch über den Kühler stets notwendige gleichmäßige Verteilung der Schicht aseptisch bewirken zu können, wird in das Sammelbecken des Kühlers ein etwa 30 cm langes Holzstäbchen eingelegt, welches beim Durchleiten des Dampfes mit sterilisiert und dann zu gedachtem Zwecke verwendet wird.

Nach beendigter Sterilisation wird die bestimmte Milchmenge in den Erhitzungszylinder eingegossen, auf die gewünschte Temperatur erwärmt und eine bestimmte Zeit auf der erreichten Höhe erhalten. Dann wird die Milch auf den Kühler und die sterilisierten Kannen abgelassen. Aus letzteren wird vor dem Einfüllen der Milch das beim Sterilisieren gebildete Kondensationswasser ausgegossen. Bei allen Manipulationen ist darauf zu achten, daß nicht durch Berühren mit den Händen 2c. eine Neuinfektion der Kühlerfläche und der Kannen eintritt.

Als Pasteurisiertemperatur wird man auf Grund der Bitterschen Versuche gewöhnlich 75 ° C wählen. Das Anwärmen der Milch auf diese Temperatur dauert höchstens 15 Minuten; die gleiche Zeit muß die Temperatur einwirken. Die Kühlung nimmt bei richtiger Dimension des Kühlers eine halbe Stunde in Anspruch. Es erfordert also jedes zu pasteurisierende Milchquantum etwa eine Stunde Zeit. Kühler und Transportgefäße können sehr gut während des Pasteurisierens sterilisiert werden.

Bei richtiger Bemessung der Dimensionen des Dampfkessels, des Pasteurisier-Apparates und des Kühlers lassen sich nach Bitter mindestens 500 Liter Milch auf einmal in der angegebenen Zeit pasteurisieren.

Die Kosten des Verfahrens belaufen sich auf höchstens 0,3—0,6 Pfennige pro Liter (je nachdem für Zentrifugenbetrieb ein Dampfkessel vorhanden ist oder nicht).

Wenn man nun auch für Kindermilch an der strengeren Soxhletschen Forderung in Bezug auf die Haltbarkeit festzuhalten ist, so ist doch für alle übrigen Verwendungsarten die Pasteurisierung nach Bitter als völlig ausreichend anzusehen. Die pathogenen Bakterien werden durch dieselbe getötet, die Haltbarkeit der Milch selbst im heißesten Sommer und unter ungünstigen Verhältnissen um mindestens 30 Stunden erhöht.

Geschmack und Aussehen der Milch werden nicht verändert, die Ausrahmung nicht beeinträchtigt.

Die Verbutterungsfähigkeit des Rahmes, wie auch der Geschmack der Butter hatten nicht g litten.

Aus alledem geht hervor, daß das Bittersche Verfahren in hohem Grade die Beachtung der Praxis verdient. Die wirtschaftlichen Vorteile, die sich aus einer derart erhöhten Haltbarkeit der Milch ergeben, liegen zu sehr auf der Hand, als daß sie hier noch besonders hervorzuheben wären. Schließlich mag noch angeführt werden, daß auch mit Magermilch ausgeführte Pasteurisierungsversuche ein befriedigendes Resultat ergaben.

Außer durch Erhitzen versuchte man die Haltbarkeit der Milch durch den Zusatz chemischer Mittel zu erhöhen. Als solche werden namentlich im Kleinhandel gebraucht: Soda, doppeltkohlensaures Natron, Borsäure, Salicylsäure, Borax und Aetzkalk. Lazarus*) hat nun gezeigt, daß alle die genannten Substanzen unbrauchbare Konservierungsmittel sind. Die im Kleinhandel sehr oft gebrauchten kohlensauren Alkalien konnten das Auftreten der sauern Reaktion in der Milch um einige Stunden, die Gerinnung aber garnicht hinausschieben. Salicylsäure hemmt zwar die Bakterien-Entwickelung ziemlich gut, verzögert die Gerinnung

*) Zeitschrift für Hygiene 1890, 207.

entschieden, schadet aber den Typhusbakterien nichts. Borsäure wirkt kaum, Borax nur wenig besser und Aetzkalk garnicht hemmend auf das Bakterienwachstum. Alle diese Zusätze sind daher im Milchhandel zu beanstanden.

Die Behandlung der Milch bis zu ihrer Verwendung.

Vor allem hat man in der Behandlung der Milch die peinlichste Sauberkeit zu beobachten. Nicht nur die Gefäße, mit welchen die Milch in Berührung kommt, sollen stets sorgfältig gereinigt sein, auch in den Räumen, in welchen die Milch kürzere oder längere Zeit zu verweilen hat und in welchen sie verarbeitet wird, soll die größte Reinlichkeit herrschen. Hierauf hat man bei der Anlage der Molkereilokalitäten Bedacht zu nehmen und dafür zu sorgen, daß die Reinhaltung derselben leicht zu bewerkstelligen ist. Durch Reinlichkeit schützt man sich am sichersten gegen die Gefahren, welche der Milch von den verschiedenen Mikroorganismen drohen. Empfehlenswert ist in dieser Beziehung noch die Anwendung antiseptischer Mittel, wie des sauern schwefligsauern Kalkes zum Reinigen der Gefäße und Molkereigeräte, wobei letzterer natürlich durch reines Wasser wieder völlig entfernt werden muß.

Schon beim Melken hat man darauf zu achten, daß die Milch nicht verunreinigt wird. Es soll daher stets das Euter der Kuh vor dem Melken mit lauwarmem Wasser abgewaschen werden. Ebenso soll die mit dem Melken betraute Person die Hände zuvor mit heißem Wasser reinigen.

Das Melken muß stets bis zur völligen Entleerung des Euters fortgesetzt werden; denn einerseits ist die zuletzt ermolkene Milch fettreicher als die ersten Anteile, andererseits wird durch unvollständiges Ausmelken die Milchergiebigkeit der Kühe geschädigt. Die mechanischen Vorrichtungen zum Melken der Kühe haben sich nicht bewährt. Die Melkröhrchen haben nur unter gewissen Verhältnissen, bei Euterentzündungen ꝛc., Bedeutung.

Nach dem Melken muß die Milch so bald als möglich aus dem Stalle in einen anstoßenden Raum gebracht werden, um sie dem Einflusse der Stallluft zu entziehen, denn einerseits finden sich in der Stallluft stets reichlich Mikroorganismen, welche in die Milch gelangen können, andererseits nimmt dieselbe ungemein leicht fremde Gerüche an. Zunächst wird die Milch durch zweckmäßig eingerichtete Siebe, deren es verschiedene Konstruktionen giebt, in ein Sammelgefäß abgeseiht. Nun hat man dafür Sorge zu tragen, daß die in kuhwarmer Milch rasch eintretende Milchsäuregärung hintangehalten werde. Dieses ist besonders notwendig, wenn die Milch auf größere Entfernungen transportiert werden soll, empfiehlt sich jedoch überall, wo es sich darum handelt, daß die Milch in süßem Zustande zur Verwendung gelange. Das geeignetste Mittel zur Süßerhaltung der Milch für gewöhnliche Verhältnisse ist das Abkühlen derselben. Wie bereits erwähnt, vermögen die Milchsäure-Bakterien erst bei Temperaturen über 10° C merkliche Gärungen zu erregen, während das Optimum für dieselbe bei 35° liegt. Durch eine Abkühlung der Milch auf mindestens 15° C wird man daher den Verlauf einer Säuerung sehr beträchtlich verzögern können, wie das auch bei Versuchen von Soxhlet hervorgeht, welcher den Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Milchsäuerung studierte.

Dabei stellte sich heraus, daß bis zur Gerinnung verschiedener Proben ein und derselben frischen Milch von guter Haltbarkeit verstrichen

bei	35 ° C	19 Stunden,
„	30 ° C	21 „
„	25 ° C	29 „
„	20 ° C	48 „
„	17,5 ° C	63 „
„	15 ° C	88 „
„	10 ° C	208 „
„	0 ° C	drei Wochen.

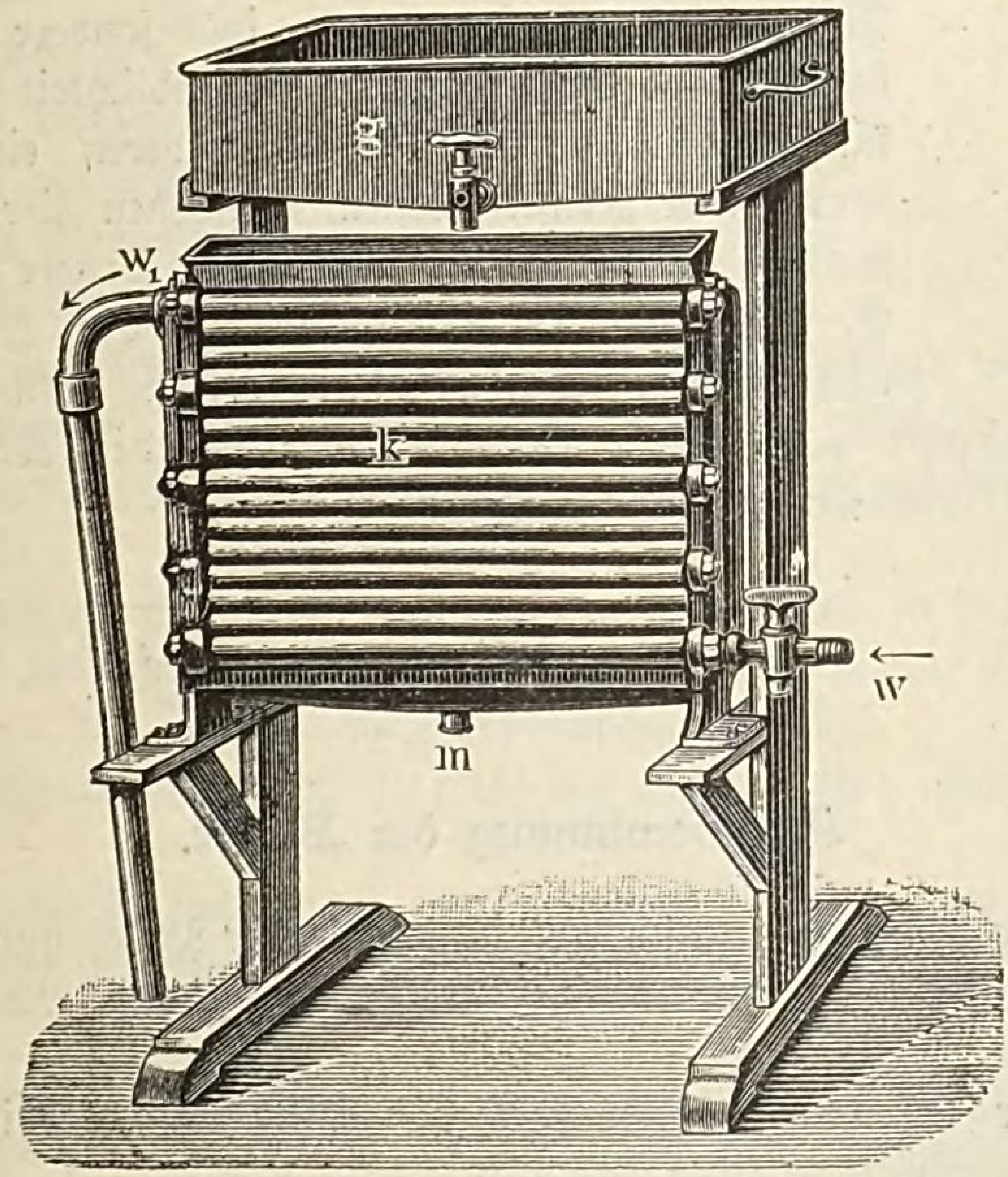


Fig. 228. Berieselungskühler.

Für die Abkühlung der Milch bedient man sich der Berieselungskühler (Fig. 228), wie sie ursprünglich von dem Engländer Lawrence eingeführt wurden und gegenwärtig in verschiedener, teilweise verbesserter Form hergestellt werden.

Die Milch fließt aus dem Gefäße g durch den Hahn in eine Rinne, aus welcher sie in gleichmäßiger dünner Schicht über den Kühler k herabströmt. Dieser besteht aus einem System horizontal übereinander angeordneter Röhren, welche mit einander in Verbindung stehen und in welchen das Kühlwasser, bei W eintretend, bei W_1 abfließend, zirkuliert. Die abgekühlte Milch sammelt sich in einem Troge, welchen sie bei m verläßt. Eine andere sehr zweckmäßige Form des Berieselungskühlers ist in Fig. 229 abgebildet.

Das Sterilisieren oder Pasteurisieren der Milch, wodurch deren Haltbarkeit gleichfalls und, wenn richtig ausgeführt (s. o.), in weit höherem Grade vermehrt werden kann, hat in die Praxis des Molkereibetriebes bisher bei uns noch wenig

Eingang gefunden. Dagegen bedient man sich desselben häufig in Dänemark zur Konservierung der Magermilch.

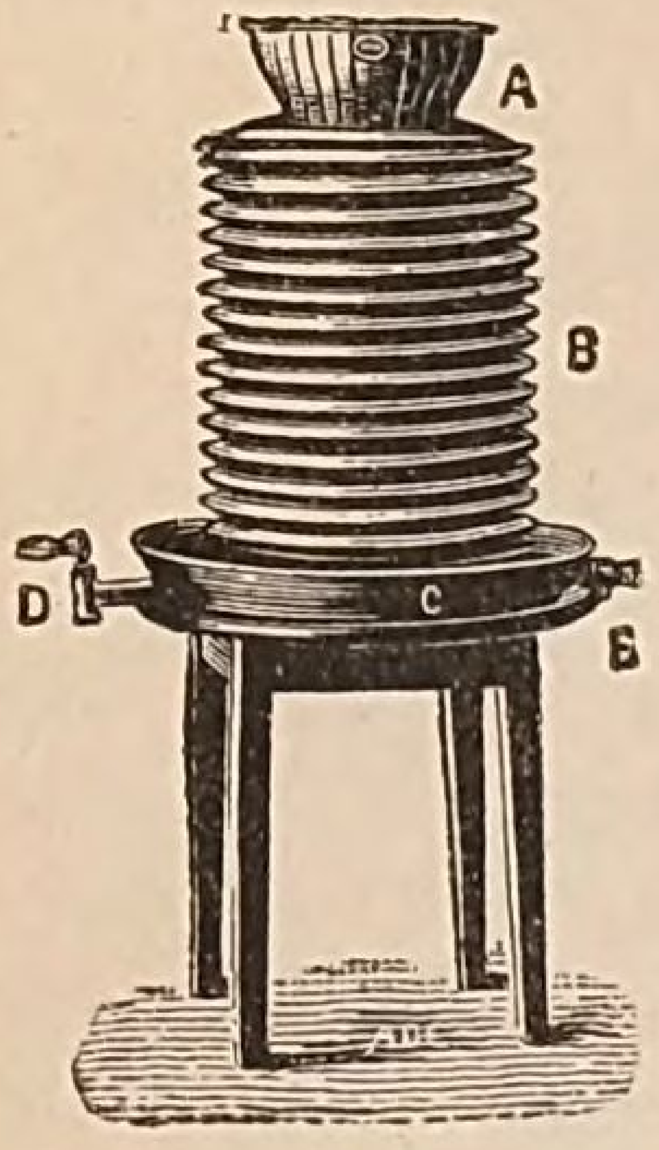


Fig. 229. Berieselungskühler.

In Bezug auf die Beförderung der Milch auf weitere Entfernungen ist hauptsächlich zu beachten, einmal, daß dieselbe nicht heftigen Erschütterungen ausgesetzt werde, dann, daß sie vor dem Sauerwerden bewahrt bleibe. Letzteres erreicht man eben durch eine sorgfältige Behandlung und Abkühlung der Milch, ersteres, indem man Wagen mit Federn benutzt und Schwimmer auf die Milch legt. Als Transportgefäße dienen Kannen von Holz und Metall, welche mit zweckentsprechenden Verschlüssen versehen sind. Für größere Entfernungen, insbesondere für den Eisenbahntransport verdienen ihrer Handlichkeit wegen Weißblechkannen den Vorzug. Es giebt deren eine große Anzahl brauchbarer Konstruktionen, von denen hier lediglich erwähnt werden sollen: die englische Transportkanne von E. Ahlborn in Hildesheim, die Milchtransportkanne mit Schlüsselverschluß von C. Kühne in Berlin, die Kannen von Helm in Berlin, und die Kannen aus der Fabrik von Fleischmann in Mödling bei Wien.

Die Gewinnung der Butter.

Die Butter besteht wesentlich aus dem Fette der Milch und enthält daneben je nach ihrer Qualität mehr oder weniger Wasser und geringe Mengen der übrigen Milchbestandteile.

Zur Buttergewinnung verwendet man entweder die Milch direkt oder den Rahm (die Sahne).

Wenn auch der Verbutterung ganzer Milch gewisse Vorzüge, insbesondere für den Kleinbetrieb nicht abgesprochen werden können, so ist zur Zeit die Verarbeitung von Rahm, begünstigt durch den Centrifugenbetrieb, doch mehr verbreitet. Während nämlich bei dem ersteren Verfahren nur gesäuerte Buttermilch abfällt, erhält man bei letzterem die süße Magermilch, welche meist besser verwertet werden kann

Wir haben daher, ehe wir uns dem Buttern zuwenden, die Gewinnung des Rahmes etwas näher zu betrachten.

Die Aufrahmung. Die Fettkügelchen in der Milch sind vermöge ihres geringeren spezifischen Gewichtes gegenüber der umgebenden Flüssigkeit in einer Aufwärts-Bewegung (Aufrahmung) begriffen, und sammeln sich bei ruhigem Stehen der Milch allmählich an der Oberfläche, wodurch zwei Schichten entstehen, eine obere, fettreiche — der Rahm — und eine untere, fettarme, die Magermilch. In ihrem Aufsteigen nehmen die Fettkügelchen stets mehr oder weniger der übrigen Milchbestandteile mechanisch mit sich, so daß sich diese im Rahm bis zu einem gewissen Grade wiederfinden.

Je besser die Aufrahmung vor sich geht, je weniger Fett in der Magermilch bleibt, um so höher wird die Butterausbeute. Die Rentabilität der Molkerei wird daher von dem Grade der Aufrahmung wesentlich beeinflußt. Von dem Streben geleitet, eine möglichst vollkommene Aufrahmung zu erzielen, haben sich in der Praxis des Molkereibetriebes eine Reihe von Verfahren ausgebildet, welche in zwei Hauptgruppen zerfallen:

1. Verfahren mit freiwilliger Aufrahmung,
2. Verfahren, bei welchen die Entrahmung durch Centrifugalkraft erfolgt.

Verfahren mit freiwilliger Aufrahmung.

Hierher gehören:

1. Das holländische Verfahren.
2. Das holsteinische.
3. Das Devonshire-Aufrahmverfahren.
4. Das Swartzsche Aufrahmverfahren.

Das holländische Verfahren, welches zweifellos als das älteste Aufrahmverfahren anzusehen ist, besteht darin, daß die Milch zunächst nach dem Melken abgekühlt und darauf in flachen Gefäßen bei Zimmertemperatur der Aufrahmung überlassen wird.

Die Abkühlung der Milch geschieht in der Regel in kupfernen, verzinnten Gefäßen, welche solange in kaltes Wasser gestellt werden, bis die Temperatur der Milch sich mit der des Wassers ungefähr ausgeglichen hat.

Die Aufrahmgefäße haben je nach der Gegend eine abweichende Form und Größe.

In Nordholland sind meist sogenannte Bütten aus Buchenholz im Gebrauch, welche bei einem Durchmesser von 40 cm und einer Höhe von 8—12 cm etwa 4—6 Liter fassen.

Das Abrahmen wird nach 36 Stunden vorgenommen, häufig jedoch, namentlich im Sommer, auch früher, wenn zu befürchten ist, daß Säuerung eintritt.

In Südholland dagegen hat man Gefäße von 12—15 cm Tiefe mit einem Inhalt von 40—45 Liter.

Hier wird alle 12 Stunden abgerahmt, also dreimal bei 36stündiger Aufrahmungsdauer.

Das holsteinische Verfahren ist dem vorstehenden sehr ähnlich. Es unterscheidet sich von diesem lediglich durch die Forderung, daß die Lufttemperatur im Aufrahmungsraume 10—15° nicht übersteige. Um dieser Forderung zu genügen, ist die Anlage eines von der Außentemperatur möglichst unabhängigen Milchkellers erforderlich.

Die Aufrahmgefäße, ca. 12 cm tief und 2—8 Liter fassend, waren früher aus Holz, später wurden sie aus Glas, Thon, emailliertem Gußeisen ꝛc. hergestellt. Ihrer Billigkeit, leichten Reinigung und Handhabung wegen haben sich besonders Milchsatten aus Weißblech gut bewährt.

Ehe die Milch zur Aufrahmung angestellt wird, empfiehlt es sich, dieselbe abzukühlen, wozu man sich mit Vorteil eines Berieselungskühlers bedient. Die Abkühlung der Milch ist imstande, den Eintritt der Säuerung bei einer zu hohen Temperatur des Milchkellers um mehrere Stunden zu verzögern, wodurch natürlich

die Entrahmung eine bessere wird. Die Dauer der Aufrahmung beträgt 36 bis 48 Stunden.

Auf keinen Fall soll vor Ablauf von 36 Stunden Säuerung eintreten; denn der Zweck des holsteinischen Verfahrens ist die Gewinnung eines möglichst süßen Rahmes, da nur aus solchem eine feine und haltbare Dauerbutter hergestellt werden kann.

Das Abrahmen geschieht durch Abblasen des Rahmes oder durch Abnehmen desselben mittels eines Löffels.

Die Ausbeute an Rahm beträgt 10—15 pCt. der Milchmenge.

Der mittlere Aufrahmungsgrad beträgt 75—80 pCt., im günstigsten Falle kann derselbe 90 pCt. erreichen, d. h. von 100 Gewichtsteilen des in der Milch enthaltenen Fettes werden 75—80 bezw. 90 Gewichtsteile im Rahm gewonnen.

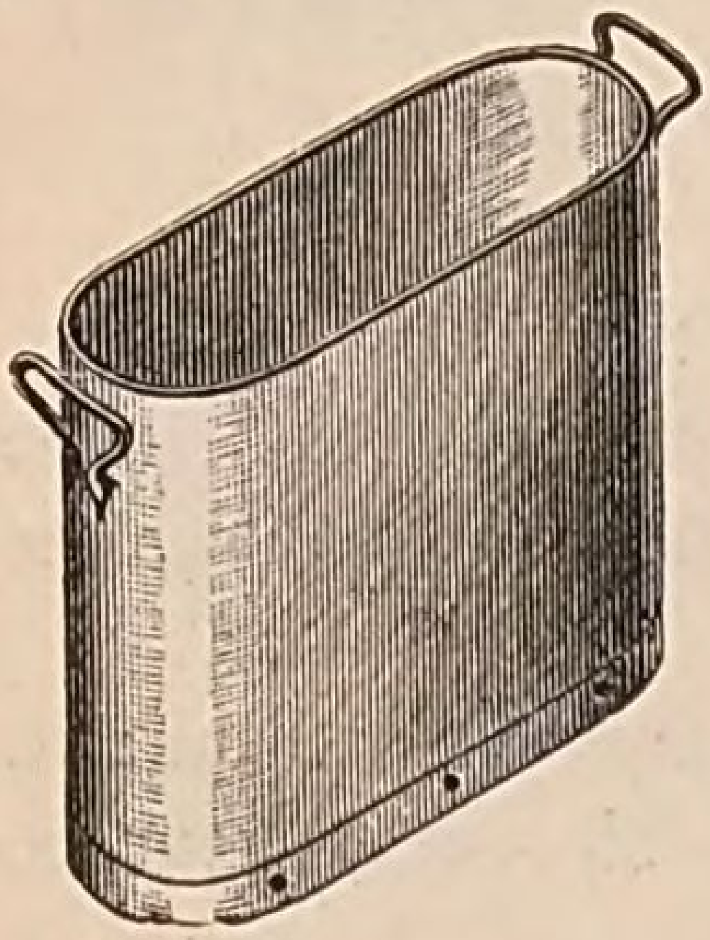


Fig. 230. Swartzsches Aufrahmgefäß.

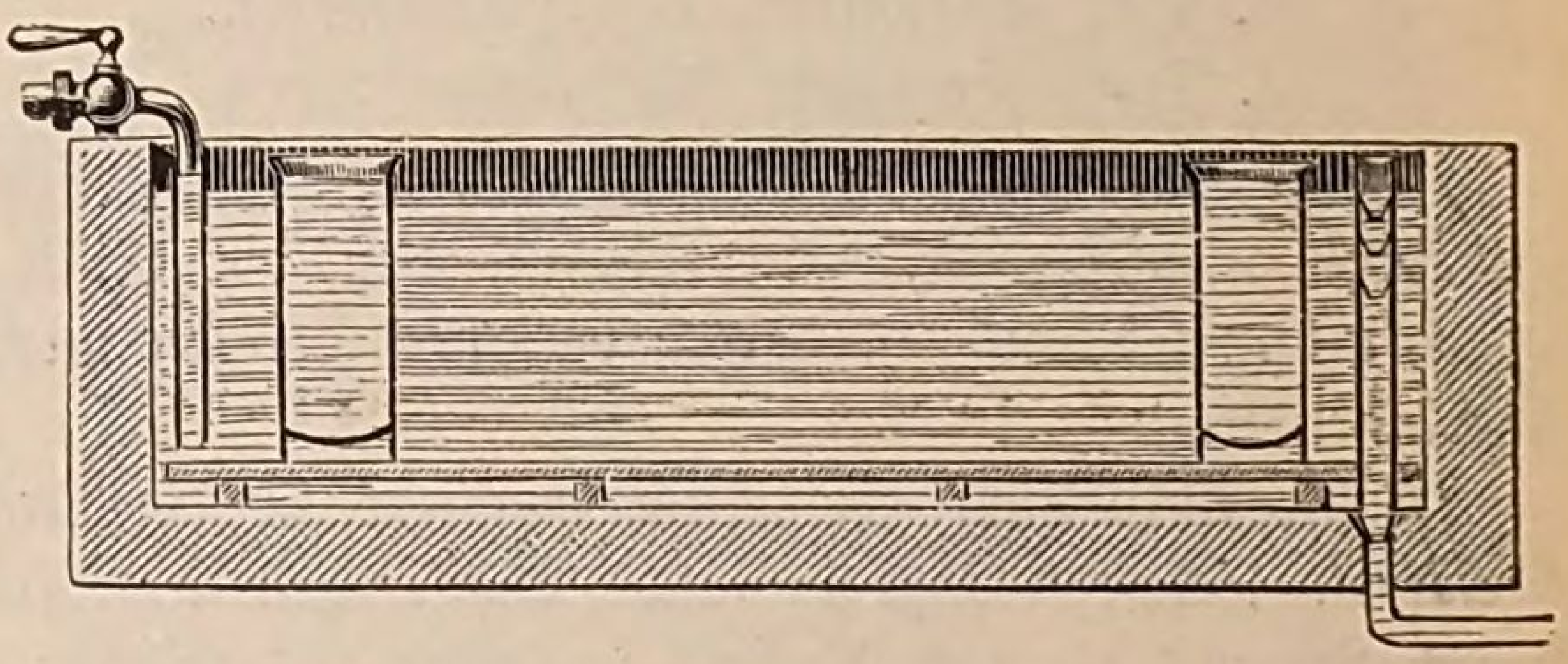


Fig. 231. Kühltrog zum Swartzschen Aufrahmverfahren.

Das Devonshire-Verfahren, welches in der englischen Grafschaft Devonshire üblich ist, charakterisiert sich dadurch, daß die Milch während der Aufrahmung erhitzt wird. Nachdem die Milch 12 Stunden in 8—10 cm hohen, 2,5—7 Liter haltenden Gefäßen an einem kühlen Orte gestanden, wird sie in einem Wasserbad so lange erhitzt, bis der Rahm kleine Blasen aufwirft. Das Gefäß mit der Milch wird darauf wieder an den früheren Ort gebracht und nach 12 Stunden der sehr zähe Rahm mittels eines Löffels abgenommen.

Der noch vollkommen süße, sehr dicke und fettreiche Rahm wird durch Kneten direkt auf Butter verarbeitet.

Die Butter besitzt den Geschmack nach gekochter Milch.

Das Swartzsche Aufrahmverfahren, von dem schwedischen Gutsbesitzer J. G. Swartz eingeführt, unterscheidet sich von den beschriebenen wesentlich durch die hohe Schicht (40—50 cm), in welcher die Milch zur Aufrahmnng angestellt wird und die Anwendung einer dauernden Wasserkühlung, während ein Vorkühlen der Milch nicht nur als überflüssig, sondern geradezu als schädlich unterbleibt. Man ist vielmehr bestrebt, möglichst warme Milch in möglichst kaltes Wasser zu bringen.

Die Aufrahmgefäße sind aus verzinntem Eisenblech gefertigt und haben die aus Fig. 230 ersichtliche Form.

Die langgestreckte und schmale Form beansprucht bei großer Kühlfläche verhältnismäßig wenig Raum.

Die Größe der Aufrahmgefäße ist verschieden, je nach dem Umfange des Betriebes. Sie wechselt meist zwischen 30, 40 und 50 Liter Inhalt.

Die mit warmer Milch gefüllten Gefäße werden in einen Trog gestellt, in welchem sie von fließendem oder mit Eis gekühltem Wasser umgeben sind.

Der Kühltrog (Fig. 231) ist meist in Mauerwerk mit Zementverputz hergestellt und wird etwa zur Hälfte in die Erde verlegt zur bequemeren Manipulation beim Einsetzen der Gefäße und beim Abrahmen.

Der Zufluß des Wassers ist bis nahe an den Lattenboden, auf welchem die Gefäße stehen, verlängert, während der Ablauf zur Regulierung der Wasserhöhe durch Einsätze verlängert oder verkürzt werden kann. Zu letzterem Zwecke kann auch ein knieförmig gebogenes Ablaufrohr verwendet werden, dessen vertikaler Schenkel drehbar ist.

Die Temperatur des Kühlwassers soll 8—10° C nicht überschreiten. Wo es an Wasser mangelt oder das Wasser nicht die erforderliche niedrige Temperatur besitzt, ist man auf die Benutzung von Eis angewiesen.

Die Aufrahmungsdauer beträgt 36 Stunden.

Das Abrahmen wird mittels eines Rahmlöffels vorgenommen (Fig. 232). Um ein Verschütten zu vermeiden werden die Aufrahmgefäße mit dem Rahmbehälter durch eine Brücke verbunden.

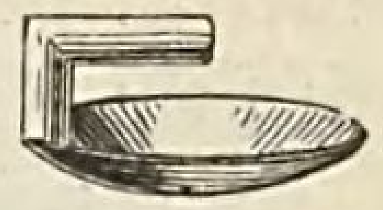


Fig. 232. Swartz'scher Rahmlöffel.

Der Aufrahmungsgrad beträgt beim Swartz'schen Verfahren im Mittel 80 pCt. Unter besonders günstigen Umständen kann er, wie beim holsteinischen Verfahren, auf 90 pCt. steigen.

Die Rahmmenge, welche man beim Swartz'schen Verfahren gewinnt, beträgt 12—20 pCt. Das ist bedeutend mehr, als man beim holsteinischen Verfahren erhält. Dieser Umstand ist häuptsächlich auf die geringere Wasserverdunstung aus dem Rahm bei jenem Verfahren zurückzuführen, welche bedingt ist, einerseits durch niedrigere Temperatur der Milch, andererseits durch die geringere Oberfläche.

In der Praxis des Molkereibetriebes hat man wiederholt die Erfahrung gemacht, daß Milch, welche Erschütterungen ausgesetzt war, wie sie beim Fahren der Milch unvermeidlich sind, weniger gut aufrahmt, als solche Milch, welche nach dem Melken ohne weitere Störung zur Aufrahmung gestellt wird. In gleicher Weise wirkt ein längeres Stehen und Durchmischen der Milch, ehe sie in die Aufrahmgefäße gebracht wird. Beim Swartz'schen Verfahren kann man nun eine normale Aufrahmung wieder herstellen, wenn man die Milch vor dem Einsetzen in kaltes Wasser kurze Zeit auf 35° C erwärmt.

Die eben erwähnte unliebsame Erscheinung sucht man durch die Annahme zu erklären, daß das Kaseïn beim Stehen der frischen Milch noch nachquillt und dieselbe dadurch zähflüssiger wird, wodurch das Aufsteigen der Fettkügelchen erschwert wird. Letztere befinden sich unmittelbar nach dem Melken unzweifelhaft unter den günstigsten Bedingungen für die Aufrahmung, weshalb sich beim Stehen der Milch rasch eine Rahmschicht bildet. Wird diese durch Erschütterungen wieder zerstört, so entsteht sie nachher viel schwerer, da die Fettkügelchen nicht mehr unter den gleichen günstigen Bedingungen für das Aufsteigen stehen.

Während im allgemeinen eine höhere Temperatur die Entrahmung begünstigt, sehen wir beim Swartzschen Verfahren die Abkühlung in gleichem Sinne wirken und zwar umsomehr, je intensiver dieselbe ist. So erzielte Fjord*) bei einer Temperatur des Wassers von 0° schon nach 10stündiger Aufrahmung eine befriedigende Butterausbeute, während bei Wasser von 10° hierzu 34 Stunden erforderlich waren.

Den Schlüssel zur Erklärung dieser Thatsache giebt die Beobachtung an die Hand, daß beim Swartzschen Verfahren nur dann eine gute Ausbeute erhalten wird, wenn die warme Milch in kaltes Wasser gestellt wird. Ist dagegen die Temperaturdifferenz zwischen Milch und Wasser eine geringe, so findet nur eine unvollkommene Aufrahmung statt.

Die Abkühlung wirkt nun jedenfalls in der Weise förderlich, daß die Temperatur der Milchflüssigkeit weit rascher erniedrigt wird, als die der Milchkügelchen. Dadurch vergrößert sich der Unterschied im spez. Gewicht zwischen beiden und damit der Auftrieb der Fettkügelchen. Dabei ist nicht ausgeschlossen, daß gewisse, durch Abkühlung hervorgerufene Strömungsverhältnisse mitwirken.

Neben geringen Anforderungen an Raum und Arbeitskraft zeichnet sich das Swartzsche Verfahren vor den Aufrahmverfahren ohne dauernde Wasserkühlung, durch eine gleichmäßige Ausbeute und die Qualität der Erzeugnisse des Rahms und der Magermilch, welche stets in süßem Zustande gewonnen werden, aus.

Als nahe verwandt mit dem Swartzschen sind das Reimerssche und das Cooleysche Verfahren zu erwähnen.

Beim Reimersschen Verfahren ist die Höhe der Schüttung nur 10—30 cm. Die Aufrahmgefäße von Weißblech gefertigt, sind länglich viereckig und sehr geräumig. Sie fassen 100—600 Liter, so daß unter Umständen eine Wanne zur Aufnahme der Milch einer Melkung ausreicht. Je eine Wanne befindet sich in einem Trog aus Zinkblech, welcher auf einer gemauerten Unterlage ruht und in welchem kaltes Wasser zirkuliert.

Zur Trennung des Rahmes von der Magermilch ist ein Hahn angebracht, welcher in dem Boden der Wanne mündet und durch den Kühltrog hindurchgeht. Mittels dieses Hahnes kann man zuerst die Magermilch und dann den Rahm ablassen.

Zweckmäßiger wird der Rahm mittels eines besonderen Rechens abgenommen, wobei die Wanne an der dem Ablauf entgegengesetzten Seite durch eine Winde gehoben werden kann.

Der Aufrahmungsgrad ist derselbe wie bei dem Swartzschen Verfahren.

Das von dem Amerikaner Cooley erfundene Aufrahmverfahren unterscheidet sich von dem Swartzschen dadurch, daß die Aufrahmung unter Abschluß der äußeren Luft vor sich geht. Zu dem Zwecke wird die Milch in Gefäße von 51 cm Höhe und 20 cm Durchmesser gebracht und diese mit einem Deckel versehen ganz unter Wasser gesetzt. Der Deckel als Taucherglocke wirkend, wird durch ein von zwei Leisten festgehaltenes Holzbrett unter Wasser gehalten und verhindert so,

*) Milchzeitung 1877, S. 631, 1878 S. 262.

einen Wasserverschluß bildend, den Zutritt des Wassers zur Milch. Letztere wird dadurch gegen den Einfluß der äußern Luft geschützt.

Der Aufrahmungsgrad ist bei 24stündiger Aufrahmungsdauer ein sehr zufriedenstellender.

Verfahren, bei welchen die Entrahmung durch Zentrifugalkraft erfolgt.

Die Verschiedenheit im spez. Gewichte der Milchkügelchen und der Milchflüssigkeit gestattet, eine Trennung dieser beiden Elemente der Milch durch eine geeignete Anwendung der Zentrifugalkraft.

Versuche, die Zentrifugalkraft in dieser Richtung praktisch zu verwerten, wurden bereits 1859 von Prof. Fuchs in Karlsruhe und 1864 von Antonin Prandtl in München ausgeführt. Der Erfolg derselben war jedoch kein befriedigender. Die Leistung der Zentrifuge entsprach nicht der aufgewendeten Arbeit. Lange Zeit schien es, als ob es nicht gelingen würde, hierin ein günstiges Verhältnis herzustellen, bis im Jahre 1876 der Ingenieur und Maschinenfabrikant Lefeldt in Schöningen mit einer im praktischen Betriebe brauchbaren Konstruktion hervortrat. Die Lefeldtsche Zentrifuge fand denn auch besonders in städtischen Molkereien eine weitere Verbreitung. So vortrefflich in ihrer Art diese Milchschleuder war, so ließ sie doch keinen ununterbrochenen Betrieb zu.

Die erste Zentrifuge mit kontinuierlichem Betriebe, wobei ohne Unterbrechung die Vollmilch zuläuft und der Rahm und die Magermilch ablaufen, war der im Jahre 1879 von dem Schweden de Laval gebaute „Separator“, mit welchem das Problem, die Milch mittels Zentrifugalkraft zu entrahmen, in vollständig befriedigender Weise gelöst war.

Die Einführung der Milchzentrifugen erscheint als höchst bedeutsamer Fortschritt im Molkereiwesen, welches daraufhin das Ansehen eines Fabrikbetriebes erhielt. Durch dieselben ist man in den Stand gesetzt, große Mengen von Milch in kürzester Zeit in vollkommener Weise zu entrahmen. Während die älteren Aufrahmungsverfahren bei sorgfältigster Ueberwachung des Betriebes mit dem Ausrahmungsgrad wohl selten über 84—85 pCt. hinauskommen, erzielt man mit den Zentrifugen leicht einen solchen von 93—95 pCt. Dazu kommt, daß man durch die rasche Verarbeitung der Milch all' den Milchkrankheiten und störenden Einflüssen entgeht, welche mit den verschiedenen Aufrahmungsmethoden mehr oder minder verknüpft waren.

Dem „de Lavalschen Separator“ folgten bald eine Reihe anderer Konstruktionen, welche sich teils bewährten und in der Praxis einbürgerten, teils nur ein vorübergehendes Dasein führten.

Die zuerst eingeführten Schleudern sind für die Entrahmung größerer Milchmengen berechnet, für Maschinenkraft eingerichtet und daher nur großen Wirtschaften zugänglich. Dieser Umstand gab vielfach den Anstoß zur Gründung von Genossenschaften, zu welchen kleinere Landwirte zusammentraten, um ihre Milch gemeinschaftlich zu verbeiten und die Erzeugnisse gemeinsam zu verwerten. Durch die Entstehung der Milchgenossenschaften ist auch die Milchwirtschaft im allgemeinen wesentlich gefördert worden.

Seit dem Jahre 1886 werden nun auch Handzentrifugen gebaut, welche für die Bedürfnisse des kleinen Milchwirtes bestimmt sind. Wie jedoch gleich hier

bemerkt werden soll, verlieren dadurch die Genossenschaften nicht an Bedeutung, da dieselben, wie bereits erwähnt, nicht nur die gemeinschaftliche Verarbeitung der Milch, sondern auch die gemeinsame Verwertung der Produkte zum Zwecke haben.

Ehe wir eine kurze Beschreibung einiger der verbreitetsten Systeme geben, ist zunächst auf drei Punkte hinzuweisen, welche ganz allgemein beim Zentrifugieren der Milch als maßgebend für die Entrahmung in Betracht kommen, es sind das:

1. Die Temperatur der Milch.
2. Die Menge der die Trommel in der Zeiteinheit, z. B. in der Stunde durchlaufenden Milch.
3. Die Umdrehungsgeschwindigkeit (die Tourenzahl) der Trommel.

Ueber den Einfluß dieser drei Faktoren geben eingehende Untersuchungen von Fleischmann die erforderlichen Anhaltspunkte.

Eine höhere Temperatur vermindert die Zähflüssigkeit der Milch und erleichtert die Abscheidung des Fettes. Die Versuche Fleischmanns ergaben jedoch, daß bei Temperaturen über 30° (30—40° C) der Ausrahmungsgrad nur um ein geringes wächst, während er unter 25° bedeutend sinkt. Man wählt daher als zweckentsprechendes Temperaturintervall die Grade von **25—30** C, auf welche die Milch zu erwärmen ist.

Die Menge der Milch, welche die Zentrifuge in der Zeiteinheit passiert, darf weder zu groß noch zu klein sein. Im ersten Falle bleiben die einzelnen Milchteilchen zu kurze Zeit dem Einflusse der Zentrifugalkraft ausgesetzt, so daß die Entrahmung eine unvollkommene wird, im letzteren Fall ist die Leistung eine ungenügende und nicht entsprechend der um ein geringes besseren Ausbeute, welche man bei einer Verminderung unter die normale Milchmenge erzielt.

Um der Zentrifuge die passende Milchmenge in völlig gleichmäßigem Strome zuzuführen, sind die sämtlichen Systeme mit Reguliervorrichtungen für die zulaufende Milch versehen. Die Menge der einzuströmenden Milch ist natürlich in jedem einzelnen Falle besonders zu regeln.

In Bezug auf den Einfluß der Tourenzahl auf die Entrahmung hat Fleischmann ermittelt, daß der prozentische Fettgehalt der Magermilch ungefähr umgekehrt proportional dem Quadrate der Trommelumlaufszahl in der Minute ist. Je größer die Umdrehungszahl, desto stärker ist die Einwirkung der Zentrifugalkraft auf die Milchteilchen und um so vollkommener die Entrahmung.

Der Steigerung der Umdrehungsgeschwindigkeit ist natürlich bei allen Systemen eine gewisse Grenze gesetzt, welche auf keinen Fall überschritten werden darf, ohne die Gefahr einer Zertrümmerung der Zentrifugentrommel herbeizuführen.

Um die normale Tourenzahl, bei welcher die Zentrifuge mit aller Sicherheit die höchste Leistung zu entfalten vermag, stets einhalten zu können, bedient man sich zweckmäßig eines Tourenzählers (s. S. 4).

Die Milchzentrifugen*). De Lavals Patentseparator oder die schwedische Milchzentrifuge (Fig. 233). Derselbe besteht in seinen Hauptteilen aus der runden, oben und unten flach gedrückten, aus Stahlblech gefertigten Lauftrommel A,

*) Eine ausführliche Beschreibung siehe W. Kirchner, Handbuch der Milchwirtschaft. 3. Auflage. Berlin. Paul Parey. 1891.

welche bei einem größten Durchmesser von 30 cm 7 l Milch faßt, der vertikalen Welle l, welche die Trommel trägt und durch eine in der Scheibe k laufende Schnur von einem Vorgelege aus in Bewegung gesetzt wird, aus dem eisernen Trommelmantel g und den Auffanggefäßen B und C für Magermilch und Rahm. Mit der Welle l

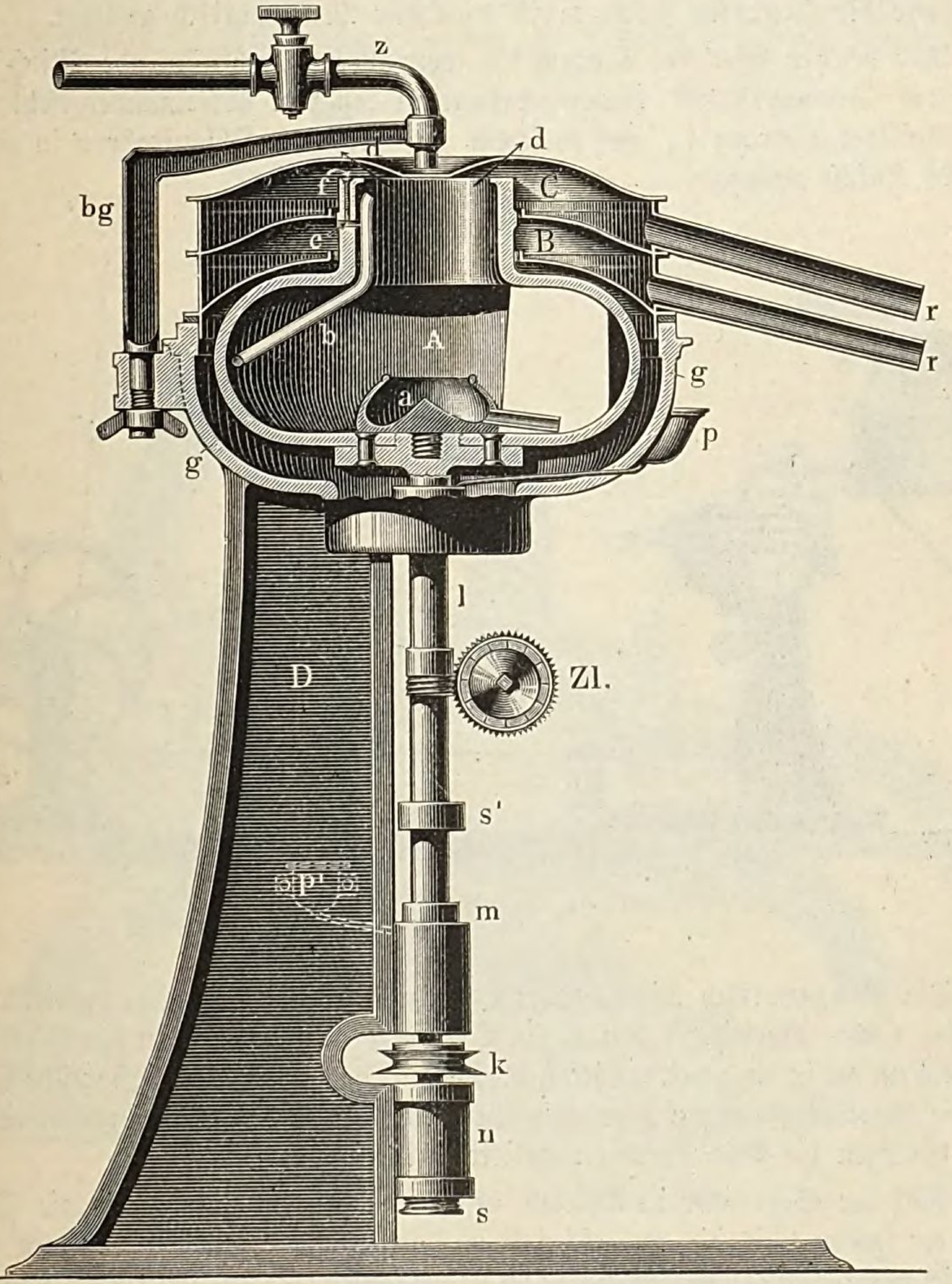


Fig. 233. de Lavals Separator.

steht das Zählwerk zl in Verbindung, welches je 100 Umdrehungen durch ein Glockenzeichen markiert. Dadurch ist man in Stand gesetzt, die Umdrehungsgeschwindigkeit des Separators, welche 6000 Touren durchschnittlich beträgt (60 Glockenschläge in der Minute), mit Leichtigkeit zu kontrolieren.

Die Vollmilch fließt durch das Zulaufrohr z aus dem Vorwärmer in immer gleichem Strahle in die Mulde a auf dem Boden der Lauftrommel A und gelangt

durch das seitliche Rohr in die Trommel, in welcher sie durch eine aufrecht stehende Blechwand gezwungen wird, deren Drehung mitzumachen. Durch die Wirkung der Zentrifugalkraft wird hier die Milch in Rahm und Magermilch zerlegt. Entsprechend den verschiedenen spezifischen Gewichten bilden sich dabei drei Schichten: die innerste ringförmige Schicht besteht aus Rahm, dann kommt eine Zone aus Vollmilch und die äußerste Zone wird von der Magermilch gebildet.

Der Rahm wird bei d durch die fortwährend nachströmende Milch über den Rand des Trommelhalses hinausgedrängt in den von übereinandergesetzten Blechtellern gebildeten Kranz C, aus welchem er durch das Ablaufrohr r in ein untergestelltes Gefäß abfließt.

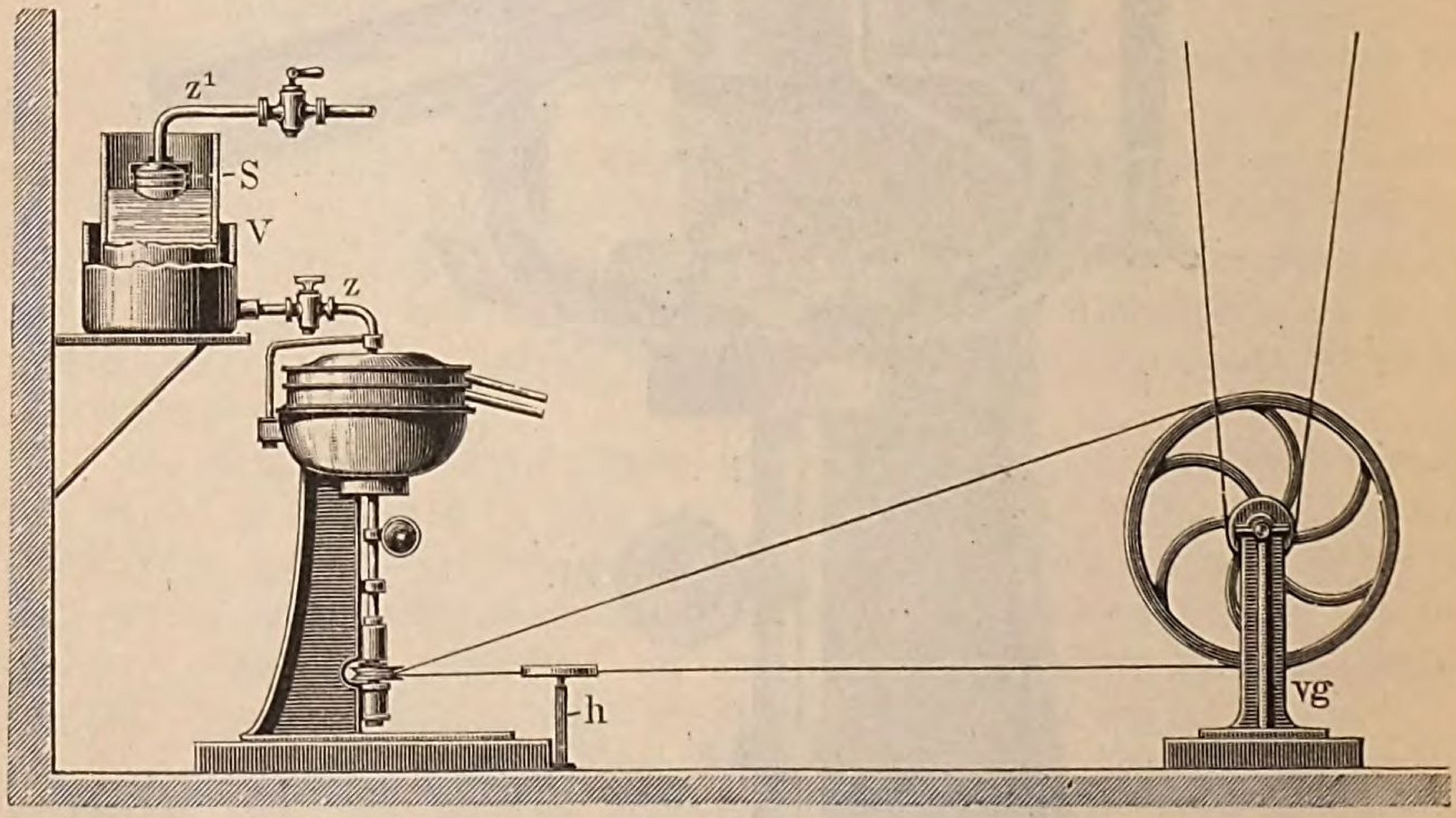


Fig. 234. de Lavals Separator.

Die Magermilch wird durch das Rohr b, welches bis nahe an die Trommelwandung reicht, abgeleitet. Durch die Oeffnung c gelangt sie in den Blechkranz B, aus welchem sie in ein zweites Gefäß abläuft. Durch eine bei f befindliche Schraube kann die Ausflußöffnung c verengert oder erweitert werden, wodurch innerhalb gewisser Grenzen die Entrahmung reguliert werden kann.

Soll der Separator in Betrieb gesetzt werden, so läßt man die Trommel zuerst leer laufen, bis die vorgeschriebene Tourenzahl erreicht ist. Dann erst läßt man die Milch in gleichmäßigem Strahle zulaufen. Den schließlich noch in der Trommel verbleibenden Rahm verdrängt man durch Magermilch. Man läßt nun die Trommel nach Abstellung des Treibriemens auslaufen und hebt sie darauf zur Entfernung der Magermilch und zur Reinigung aus dem Gestelle.

Beim Zentrifugieren der Milch setzt sich an der Trommelwandung eine grauweiße, alle Verunreinigungen der Milch enthaltende Masse, der sogenannte Zentrifugenschlamm ab. Die Menge desselben, welcher neben Wasser und den Verunreinigungen der Milch vorwiegend Proteïnstoffe enthält, beträgt etwa 0,1 pCt. des Milchgewichtes. Als Futter ist der Schlamm nicht verwendbar.

Der Vorwärmer V (Fig. 234), in welchen die Milch aus einem größeren Milchgefäße tritt, besteht aus einem doppelwandigen Kupfergefäße. In dem Raum zwischen den beiden Wänden befindet sich durch Dampf erwärmtes Wasser. An der Mündung des Zulaufrohres z[1] ist der Schwimmer S, eine hohle Blech- oder Messinglinse angebracht, welche dazu bestimmt ist, das Niveau der Milch im Vorwärmer stets auf gleicher Höhe zu halten, wodurch bei konstant bleibendem Drucke der Flüssigkeitssäule ein gleichmäßiger Zulauf zur Zentrifuge gewährleistet wird.

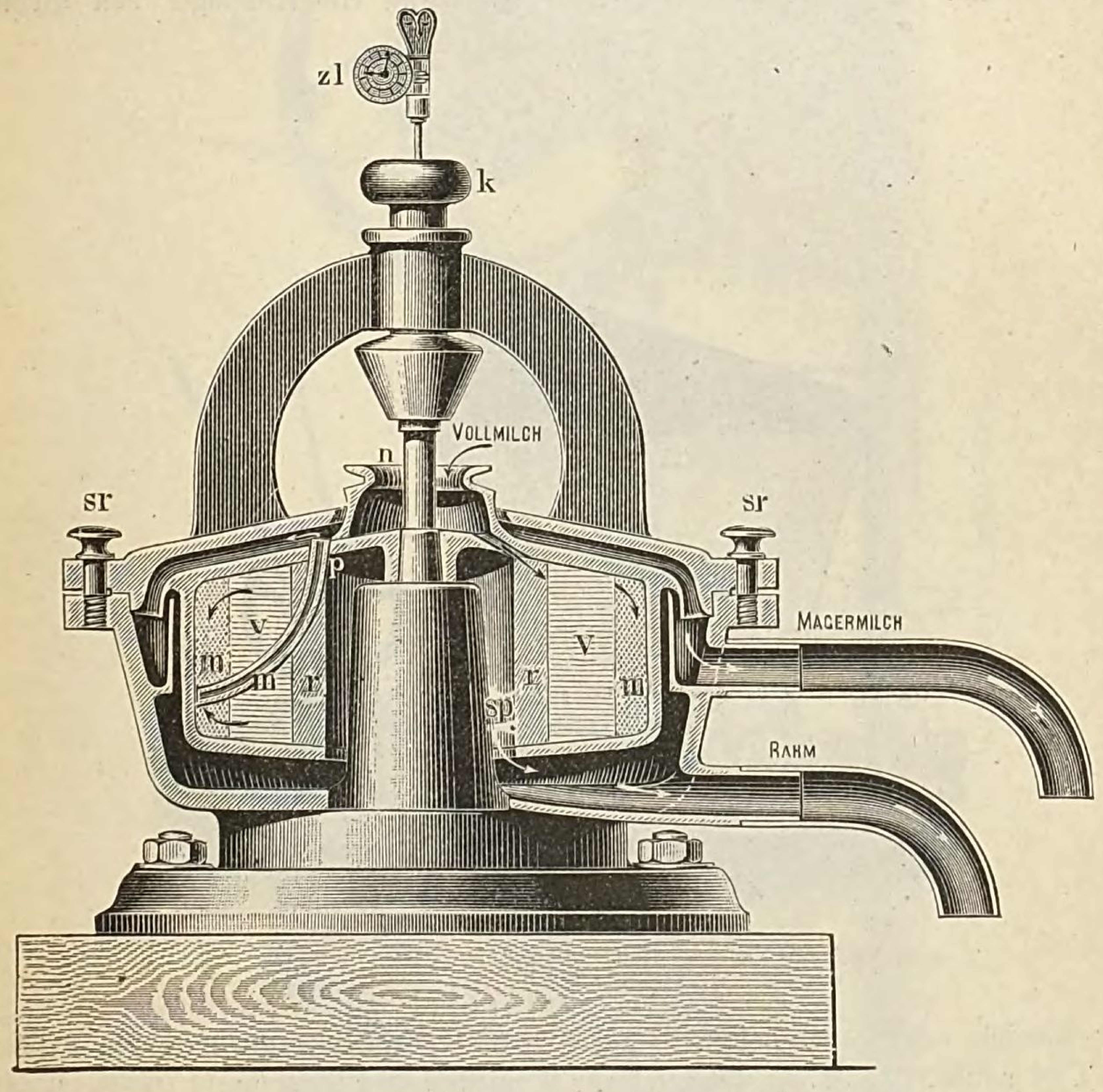


Fig. 235. Lefeldt-Lentsch Zentrifuge 1885.

Der Lavalsche Separator wird in zwei Größen gebaut: Separator I entrahmt 400 l, Separator II 650 l in der Stunde.

Der Ausrahmungsgrad beträgt 91—92 pCt.

Der Alpha-Separator. Eine wesentliche Steigerung der Leistungsfähigkeit ist mittels einer neuen Trommel, welche von dem Bergedorfer Eisenwerke hergestellt und gegen die der älteren Separatoren umgetauscht wird, erzielt, und zwar dadurch, daß die zu entrahmende Milch in mehrere dünne Schichten verteilt wird. Zu diesem Zwecke sind im Innern der Trommel eine größere Anzahl konisch geformter Blechteller übereinander angeordnet, deren Zwischenräume die Milch von unten nach

oben und abwechselnd von außen nach innen und von innen nach außen durchfließen muß. Entsprechend der erhöhten Leistungsfähigkeit sind zwei Abflußrohre für die Magermilch vorhanden. Der Kraftverbrauch ist ein geringerer als bei den älteren Separatoren. Die Alpha-Separatoren werden in vier Größen für Kraft- und Handbetrieb (s. u.) hergestellt mit einer stündlichen Leistung von 125—1500 l.

Die deutsche Milchzentrifuge von Lefeldt-Lentsch (Fig. 235), Modell 1885. Das eiserne Gehäuse mit der Trommel sitzt dem Fundamente fast unmittelbar auf. Die Trommel besitzt ein Fuß- und ein Kopflager von Bronze.

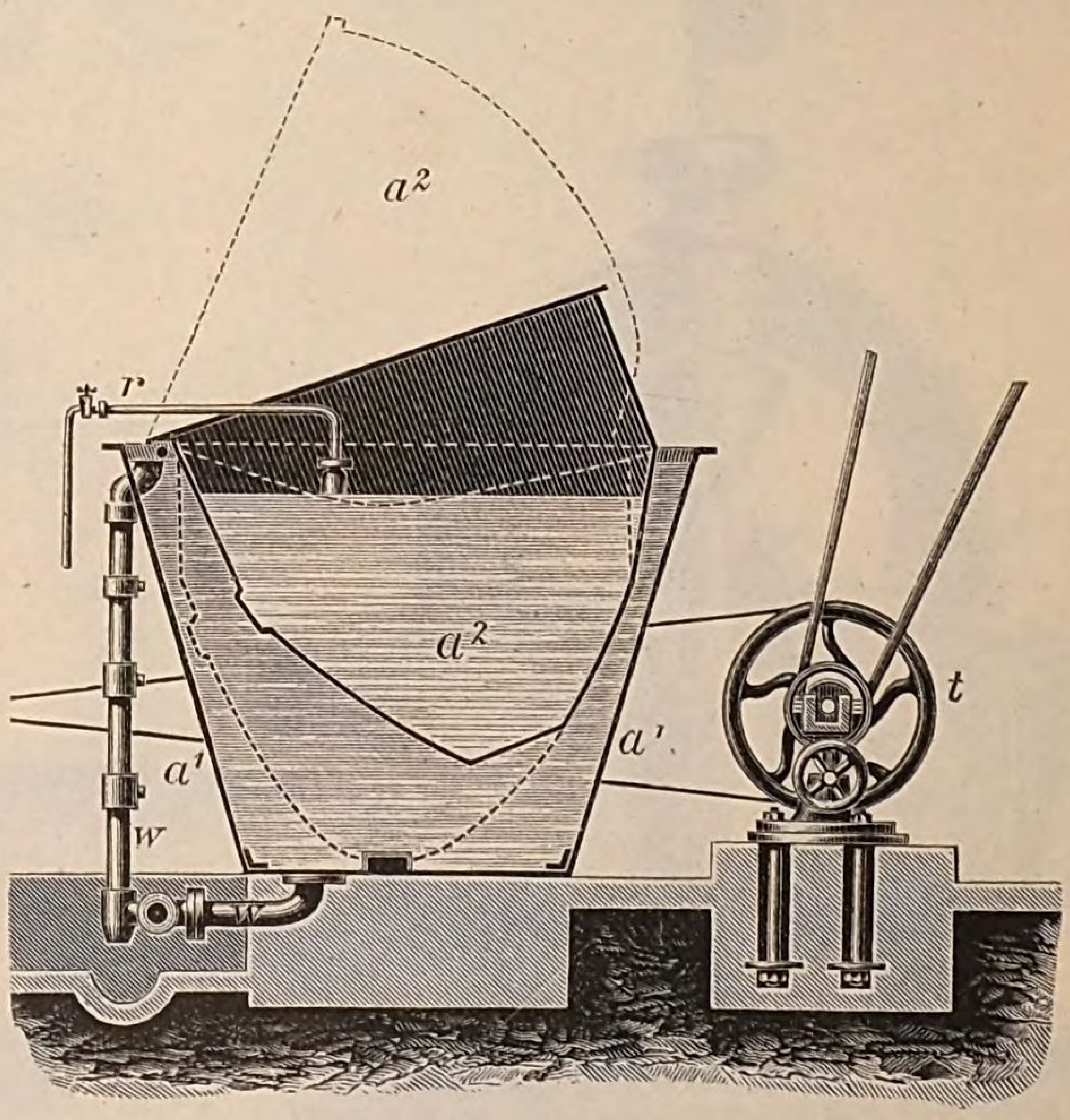


Fig. 236. Schwimmkippbassin von Lefeldt-Lentsch.

Der Antrieb erfolgt von oben. Zum Zwecke des Schmierens wird der Kelch k mit Oel gefüllt. zl ist ein Zählwerk zur Ermittlung der Tourenzahl (6000—6500).

Die Vollmilch gelangt zunächst in den Napf n und aus diesem durch zwei Oeffnungen in die in Bewegung befindliche Trommel. Die am Rande sich sammelnde Magermilch gelangt durch das aufwärts gebogene Rohr m nach außen, während der Rahm r durch den Spalt sp in der Richtung der Pfeile austritt. Das Verhältnis des Rahms zur Magermilch kann durch drei Sorten von Pistons, welche in das obere Ende (p) des Magermilchrohres einzuschrauben sind, geändert werden.

Für den gleichmäßigen Zulauf der Vollmilch haben Lefeldt-Lentsch ein Schwimmkippbassin (Fig. 236) konstruiert. Dasselbe besteht aus einem eisernen Gefäße, in welchem um Scharniere beweglich ein kupfernes verzinntes Bassin sich befindet. Der Zwischenraum zwischen beiden wird durch Wasser ausgefüllt, durch

welches das Bassin in dem Maße, in welchem die Milch durch den Heber r ausfließt, immer mehr gekippt wird, bis der letzte Tropfen ausgeflossen ist.

Die Vorrichtung findet zwischen Vorgelege und Zentrifuge Aufstellung.

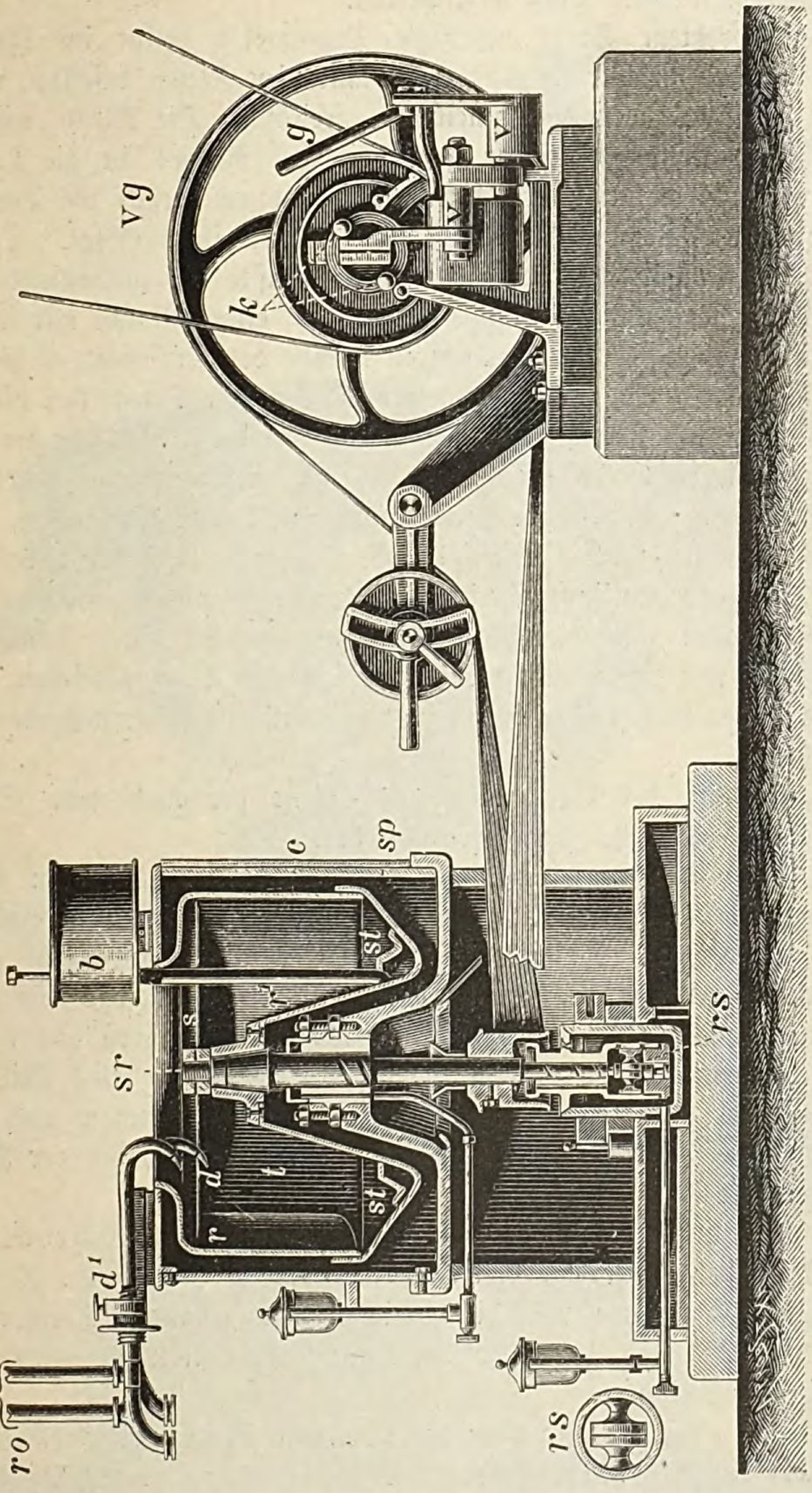


Fig. 237. Dänische Milchzentrifuge.

Die dänische Milchzentrifuge von Burmeister und Wain, Modell 1889, unterscheidet sich von den beschriebenen, nach dem Verdrängungsprinzip gebauten Zentrifugen wesentlich dadurch, daß Rahm und Magermilch durch verschieden tief in die Trommel hineinragende Schälrohre, deren scharfgeschliffene Enden der

Drehungsrichtung der Trommel entgegengebogen sind, herausgeschält werden. In Fig. 237 ist eine derartige Zentrifuge abgebildet mit dem Sicherheitsvorgelege, welches dieser Bauart eigen ist und durch welches verhindert wird, daß die Tourenzahl der Trommel das vorgeschriebene Maß überschreitet.

Die aus gepreßtem Stahl gefertigte Trommel t besitzt im Innern dicht über dem Boden einen Stahlring st, welcher mit vier Nieten befestigt, rings einen Spalt zwischen sich und dem Trommelboden freiläßt. Die Milch tritt aus dem Gefäße b durch das Rohr r^1 auf der Innenseite des Ringes in die Trommel ein und wird unter demselben und durch den Spalt hindurch gegen die Trommelwand geschleudert, wo die Zerlegung in Rahm und Magermilch erfolgt. Ohne diesen Ring, der bei den älteren Konstruktionen fehlte, mußte die zuströmende Vollmilch die bereits gebildete Rahmschicht durchbrechen, wobei etwas Rahm mit in die Vollmilchschicht gerissen wurde. Nahe dem oberen Rande der Trommel ist die Scheibe s angebracht, welche jedoch die Trommelwand nicht berührt. Durch den hierdurch sich ergebenden Zwischenraum r wird die Magermilch auf die Oberfläche der Scheibe s gedrängt, von wo sie durch das Schälrohr d^1 aus der Trommel abgeführt wird, während das Schälrohr d den Rahm herausschält. Die beiden Schälrohre, welche auf dem Deckel des Trommelmantels befestigt sind, können auch während des Betriebes verstellt werden, wodurch man imstande ist, die Konzentration des gewonnenen Rahmes zu ändern. Der Rahm und die Magermilch werden bei einer Tourenzahl von von 2700 bis 4000 mit großer Kraft in die Schälrohre hineingetrieben, so daß sie hierdurch einige Meter hoch gehoben werden können, um sie höher stehenden Sammelgefäßen zuzuführen.

Zur Regulierung des Vollmilchzulaufes dient der nach dem Schwimmerprinzip konstruierte Fjord'sche Zulaufregulator.

Soll die Zentrifuge in Thätigkeit versetzt werden, so läßt man sie langsam angehen. Darauf öffnet man den Zulaufhahn und steigert allmählich die Geschwindigkeit der Trommel. Sobald die vorschriftsmäßige Tourenzahl erreicht ist, wird das Schälrohr für die Magermilch eingestellt, während das für den Rahm bereits vor dem Gange der Zentrifuge reguliert wurde. Die zuerst aus dem Magermilchrohre laufende Milch wird zum Rahm gegeben. Sobald keine Milch mehr in die Trommel zuläuft, wird das Magermilchrohr herausgenommen und an Stelle der Vollmilch so lange Magermilch in die Trommel zugeführt, bis der Rahm vollständig herausgeschält ist.

Der Ausrahmungsgrad ergab sich nach Versuchen von Schrodt bei einer stündlichen Leistung der Zentrifuge von 500—600 kg zu 92,5 bezw. 90 pCt.

Die dänische Zentrifuge wird in drei Größen gebaut mit einer Stundenleistung von 1200, 700 und 350 Liter bei einer Zahl von 2700, 4000 und 2800 Umdrehungen in der Minute.

Die Balance-Zentrifuge oder der deutsche Separator (Fig. 238), seit 1889 von der Hollerschen Karlshütte bei Rendsburg hergestellt, besteht aus einer Trommel t aus Gußstahl, welche bei einem größten Durchmesser von 31 cm 7 Liter Milch faßt, der Spindel sp, dem Trommelmantel m und dem gußeisernen Gestelle s. Von den übrigen Systemen unterscheidet sich diese Milchschleuder hauptsächlich dadurch, daß die Trommel mit der Spindel sp nicht in fester Verbindung ist, sondern auf dem aus Phosphorbronze gefertigten Kugellager kg lose aufsitzt

und infolge dessen lediglich durch den von ihrem eigenen Gewicht ausgeübten Druck die Drehung der Spindel mitmacht. Durch diese Anordnung stellt sich die

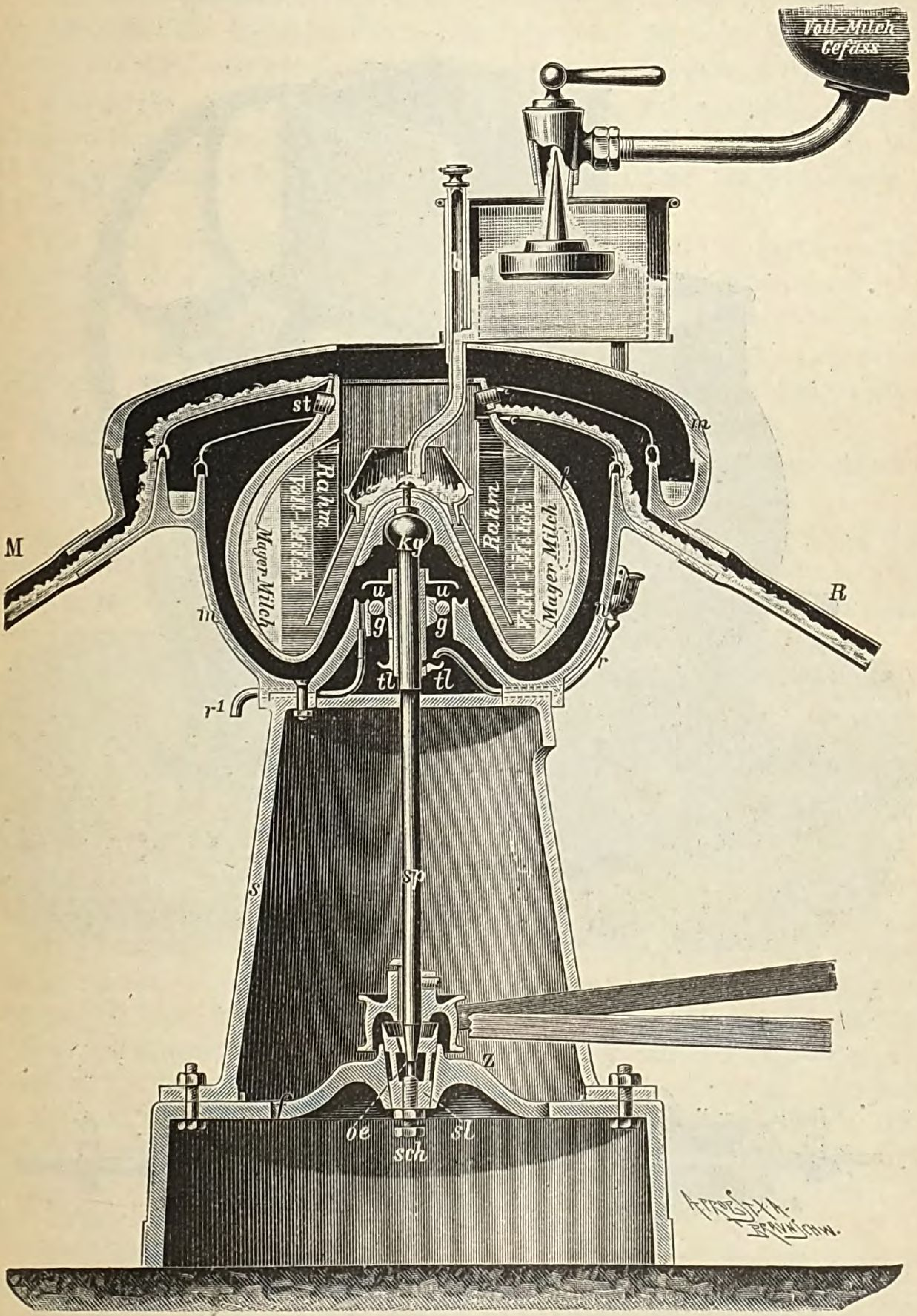


Fig. 238. Balance-Zentrifuge.

Trommel während des Betriebes selbstthätig ein, so daß ihr Schwerpunkt in der Drehungsachse liegt und der seitliche Druck auf die Spindel vermindert wird, was

den Gang leichter und ruhiger und bis zu einem gewissen Grade unabhängig von den kleinen Schwankungen der Betriebskraft macht. Aus diesem Grunde ist diese Milchschleuder besser als andere für den Göpelbetrieb geeignet.

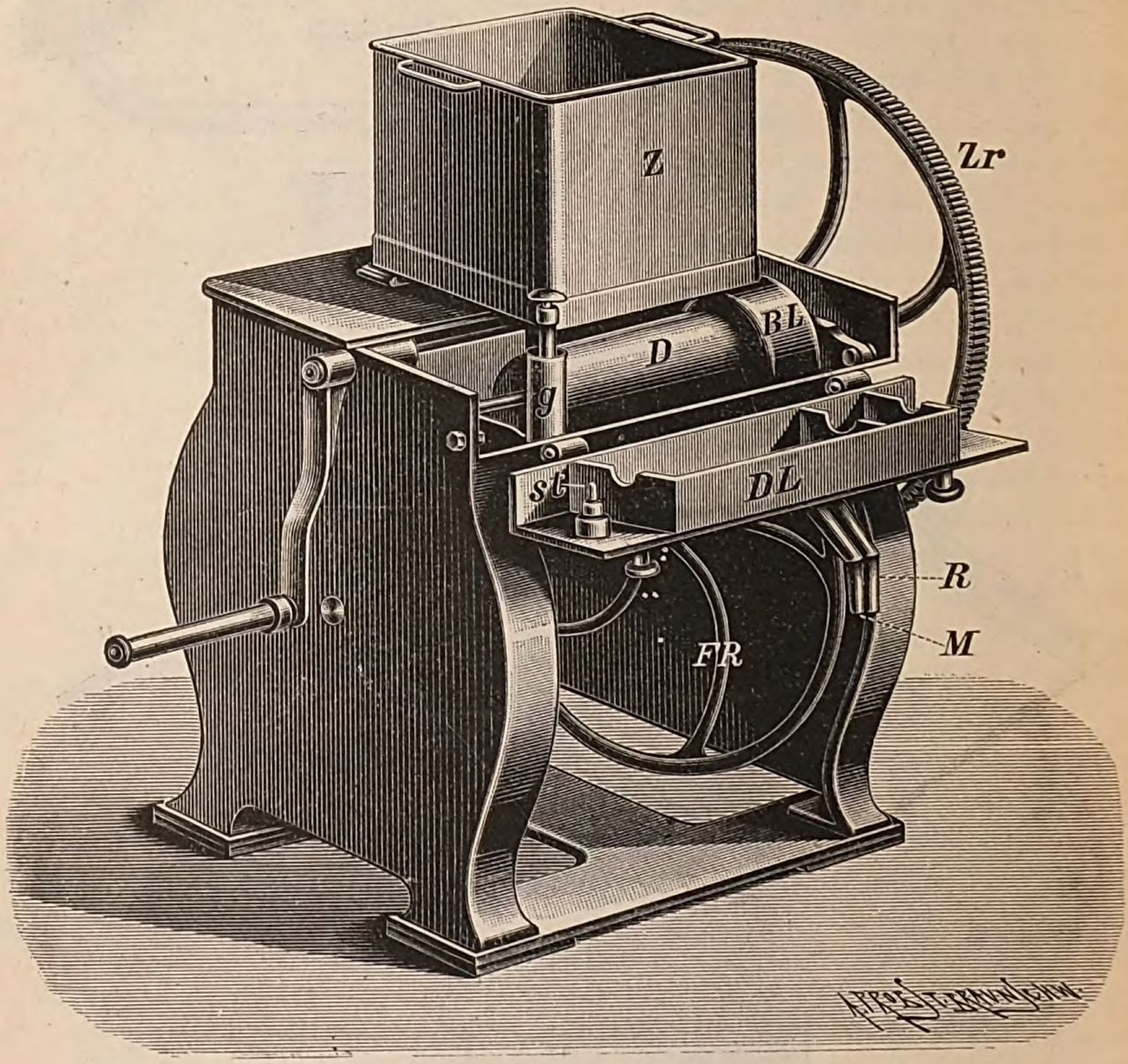


Fig. 239. de Lavalscher Handseperator.

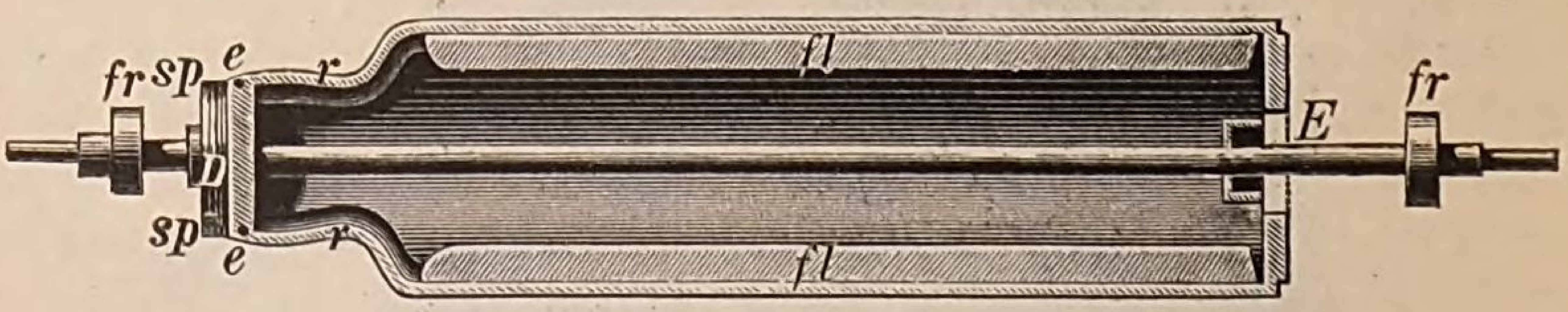


Fig. 240. de Lavallscher Handseperator.

Die Einrichtung der Trommel ist ähnlich der des Lavalschen Separators. Während jedoch bei diesem der Rahm über den Trommelhals hinaustritt und die Magermilch seitlich abfließt, ist bei der Balance-Zentrifuge die umgekehrte Anordnung getroffen

Das Verhältnis zwischen Magermilch und Rahm kann mittels der in das Magermilchrohr hineinragenden Schraube s t reguliert werden.

Aus einer größeren Anzahl von Beobachtungen, welche Schrodt über die Leistungsfähigkeit des Separators angestellt, ergab sich bei einer stündlichen Verarbeitung von 450—600 kg ein Ausrahmungsgrad von 93 bezw. 90 pCt.

Klein fand, daß kuhwarme Milch bei 600 kg Stundenleistung noch sehr vollkommen entrahmt wurde, daß aber bei einer niedrigeren Temperatur der Vollmilch (25° C) eine Leistung von 450—550 kg der Bauart des Separators am besten entspreche.

Die bisher besprochenen Zentrifugen, welche sämtlich in gleicher Weise vortreffliche Konstruktionen darstellen, sind nur für die Entrahmung größerer Milchmengen geeignet und für Dampf- oder Göpelbetrieb eingerichtet.

Die Aufgabe, eine auch für den Handbetrieb zur Entrahmung kleinerer Milchmengen geeignete Zentrifuge zu konstruieren, wurde wieder von de Laval zuerst gelöst (1886).

Gegenwärtig werden von dem Bergedorfer Eisenwerke drei Formen des de Lavalschen Handseparators gebaut:

1. de Lavals Handseparator mit liegender Trommel, welche durch Anwendung von Friktionsrädern in Bewegung gesetzt wird. Die Leistung beträgt 150 kg in der Stunde bei einer Ausrahmung von 90 pCt. Zum Betriebe genügt die Kraft eines mittelstarken Mannes.

2. ein Separator mit senkrechter Trommel und einer Stundenleistung von 80—100 kg.

3. der „Baby-Separator" für eine stündliche Leistung von 50—60 kg. Dieser Separator wird nicht durch Friktions-, sondern durch Zahnräder in Bewegung gesetzt und kann bei genauer Einhaltung der vorgeschriebenen Bedingungen durch einen Knaben betrieben werden.

Fig. 239 zeigt einen de Lavalschen Handseparator mit liegender Trommel. In einem gußeisernen Gestelle mit Triebwerk ist die Trommel D wagerecht gelagert. Z ist ein Zulaufgefäß, aus welchem die Milch durch ein mit Schwimmer versehenes Gefäß g in die Trommel eintritt. Die in derselben angebrachten Flügel f1 (Fig. 240) übertragen die Bewegung der Trommel auf die Milch, welche dadurch in Rahm und Magermilch getrennt wird. Die Magermilch tritt aus den zwei Rohren r r und den Oeffnungen e e in die eine Abteilung des Blechgehäuses Bl, der Rahm durch die zwei Spalten s p, welche sich in dem Deckel D befinden, in die andere Abteilung. Durch die Röhren R und M gelangen die beiden Erzeugnisse nach außen. Man erkennt in dieser Einrichtung eine große Aehnlichkeit mit der Bauart des großen Separators.

Das Verhältnis zwischen Rahm und Magermilch kann hier nur durch den Vollmilchzufluß, also auf Kosten der Stundenleistung, geändert werden.

Den de Lavalschen Handseparatoren folgten bald eine Reihe anderer Konstruktionen, von denen hier zu erwähnen sind:

Die Lefeldt-Lentsche horizontale Milchzentrifuge, welche in zwei Größen für eine Stundenleistung von 75 l und von 150 l gebaut wird;

die Handzentrifuge von Burmeister und Wain, welche mit senkrechter

Trommel nach dem Verdrängungsprinzip gebaut ist und ebenfalls in zwei Größen für eine stündliche Leistung von 125 l und 175 l hergestellt wird.

Diese Zentrifugen sind teils derart eingerichtet, daß die Regulierung der Menge des zu gewinnenden Rahmes bezw. der Magermilch während des Betriebes, teils so, daß dieses nur im Stillstande erfolgen kann.

Ferner ist zu erwähnen die „geräuschlose“ Handzentrifuge von Dr. O. Braun, welche anderen Systemen gegenüber verschiedene Eigentümlichkeiten besitzt. Gerühmt wird der geräuschlose und leichte Gang der Zentrifuge, welche in drei Größen, für 80, 120 und 150 l pro Stunde gebaut wird.

Zu erwähnen ist ferner noch der „Viktoria“-Handseparator, Fig. 241, von der Centrifugenfabrik Watson, Laidlow & Co. in Glasgow (Vertretung in Deutschland haben Dierks und Möllmann in Osnabrück übernommen). M ist das Zulaufgefäß, aus welchem die Milch durch h in das Schwimmergefäß s g und von diesem in die Verteilungsschale u gelangt, aus welcher sie durch seitliche Oeffnungen in der Richtung der Pfeile in die Trommel befördert wird. Die Trennung in Rahm und Magermilch geht beim Abwärtsfließen der Milch vor sich. Der Rahm steigt in den an den Querwänden fl angebrachten Rahmgossen ra in die Höhe und verläßt durch die Oeffnungen oe die Trommel, in einen Blechteller eintretend, aus welchem er durch ra' abfließt. Die Magermilch nimmt ihren Weg durch im Boden der Trommel angebrachte Oeffnungen m in den Raum R, und von hier aus durch zwei weitere Oeffnungen o nach R', um durch das Magermilchabflußrohr m' auszutreten.

Der Antrieb der Trommel wird durch das Zahnrad Z bewirkt, welches mit der seitlich sichtbaren Kurbel in Verbindung steht.

Das Verhältnis zwischen Rahm und Magermilch wird durch höheres oder niedrigeres Stellen des Zulaufgefäßes mittels der Regulatormutter SW geändert.

Die Tourenzahl der Trommel ist im Durchschnitt 7000. Die Centrifuge, deren Leistungen als durchaus befriedigend bezeichnet werden, wird in zwei Größen gebaut, Nr. I mit 90 Liter, Nr. II mit 180 Liter pro Stunde.

Bei der Entrahmung der Milch mittels Centrifugen gewinnt man, wie bereits erwähnt, Rahm und Magermilch in völlig süßem Zustande. Um jedoch einer nachträglichen Säuerung, welche bei der für das Centrifugieren erforderlichen Temperatur von 25—30° C sehr leicht eintreten kann, vorzubeugen, hat man den Rahm, und falls die Magermilch zur Käsebereitung verwendet werden soll, auch diese sofort und so stark als möglich, mindestens aber auf 10° C abzukühlen. Je niedriger man dabei mit der Temperatur gehen kann, um so günstiger stellen sich die Bedingungen für die Gewinnung einer feinen und haltbaren Butter. Zu dem Zwecke bedient man sich beim Abkühlen des Rahms häufig zweier Lawrencescher Kühler, von denen der eine nur von kaltem Wasser durchströmt, zur Vorkühlung gebraucht wird, während der zweite, mit Eiswasser beschickt, eine Temperaturerniedrigung des Rahmes auf 3—4° C bewirkt.

Der Rahm. Die Zusammensetzung des Rahmes ist von der Beschaffenheit der Vollmilch und dem Ausrahmungsgrade abhängig. Je fettreicher die Vollmilch ist, je höher der Ausrahmungsgrad und je kleiner die prozentische Rahmmenge, um so reicher an Trockensubstanz, hauptsächlich

Fett ist der Rahm. Bei den älteren Aufrahmungsverfahren kommt in geringem Grade hierbei auch die Wasserverdunstung aus der abgeschiedenen Rahmschicht in

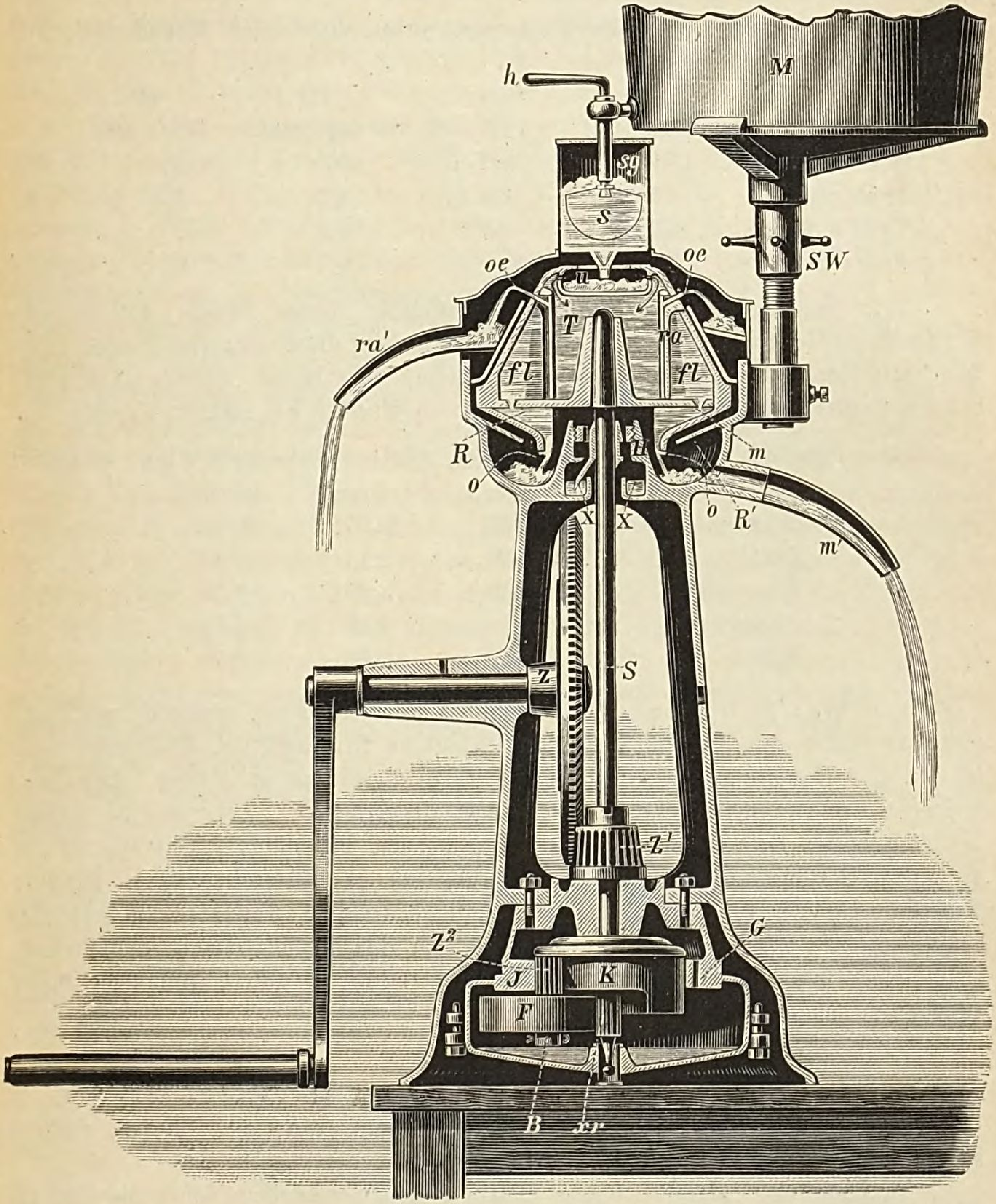


Fig. 241. Viktoria=Handseparator.

Betracht. Da in den erwähnten Verhältnissen erhebliche Schwankungen vorkommen können, so ergiebt sich, daß auch die Zusammensetzung des Rahmes eine sehr verschiedene sein kann. In der That kennt man Rahm mit einem Fettgehalte von 8—60 pCt. und darüber. Im gewöhnlichen Leben bezeichnet man einen Rahm mit 8—14 pCt. Fett als Kafferahm und einen solchen von 18 und mehr pCt. Fett

als Schlagrahm. Den fettreichsten Rahm kann man mit dem Centrifugenverfahren erzielen, das Swartzsche Verfahren liefert Rahm mit 13—18 pCt. und das holsteinische einen solchen von 18—25 pCt. Fett.

In Bezug auf die chemische Zusammensetzung verschiedener Rahmsorten teilt Fleischmann folgende Zahlen mit:

	I	II	III	IV
Wasser . . .	76,6 pCt.	71,7 pCt.	66,3 pCt.	29,0 pCt.
Fett	15,2 „	20,0 „	25,0 „	67,5 „
Proteïnstoffe . .	3,1 „	3,1 „	3,2 „	1,2 „
Milchzucker . .	4,5 „	4,6 „	4,8 „	2,2 „
Asche	0,6 „	0,6 „	0,7 „	0,1 „

Die Magermilch (abgerahmte, abgeblasene, blaue Milch) enthält alle Milchbestandteile, mit Ausnahme des Fettes, in nahezu unverminderter Menge. Ihr Fettgehalt beträgt bei den gewöhnlichen Aufrahmungsverfahren höchstens 0,8 pCt., bei den Centrifugenverfahren 0,4 pCt. und durchschnittlich bei letzteren 0,3 pCt.

Ihre chemische Zusammensetzung ist nach Königs Zusammenstellung folgende:

	Min.	Max.	Mittel
Wasser	88,31	92,57	90,43
Fett	0,18	2,47	0,87
Proteïnstoffe . .	2,62	3,85	3,26
Milchzucker . . .	3,79	5,46	4,74
Asche	0,47	0,96	0,70

Die Magermilch wird als menschliches Nahrungsmittel verwendet und verdient als solches mit Rücksicht auf ihren Gehalt an Proteïnstoffen, Milchzucker und Salzen alle Beachtung. Ferner wird sie durch Verfüttern an Kälber, Kühe und Schweine, und durch Erzeugung von Magerkäse verwertet. Sehr häufig enthält die Magermilch kleinere oder größere Mengen von Milchsäure. Da nun für die genannten Verwendungsarten die Magermilch um so wertvoller ist, je weniger Säure sie enthält, so würde sich unter Umständen ein Pasteurisieren derselben empfehlen, wie das in Dänemark, ja auch in Genossenschaftsmolkereien vielfach geübt wird, um den Milchlieferanten die Magermilch in gutem Zustande wieder zustellen zu können.

Das Buttern.

Zur Gewinnung der Butter verwendet man gesäuerte Milch, süßen Rahm und gesäuerten Rahm.

Versuche, aus frischer, süßer Milch Butter herzustellen, haben bis jetzt zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt.

Die Verarbeitung gesäuerter Milch, welche für kleinere Wirtschaften eine gewisse Bedeutung besitzt, ist durch die Einführung der Centrifugen zur Entrahmung mehr und mehr in den Hintergrund getreten, so daß als Hauptmaterial gegenwärtig der süße und der saure Rahm anzusehen sind.

Das Buttern besteht in einer andauernden mechanischen Bearbeitung der Milch bezw. des Rahmes.

Während alle älteren Versuche zur Erklärung des Butterungsprozesses auf der Annahme beruhten, daß die Fettkügelchen von einer Kaseïnhülle umgeben seien, welche durch die heftige Bewegung beim Buttern gesprengt werde, wodurch dann die Fettkügelchen die Fähigkeit erhalten, sich zu Klümpchen zu vereinigen, ist nach Soxhlets schönen Untersuchungen über die Natur der Milchkügelchen (s. o.) eine derartige Annahme und Erklärung nicht mehr zulässig.

Die andauernde mechanische Bearbeitung der Milch beim Buttern hat nach Soxhlet*) in erster Linie den Zweck, die flüssigen Fetttröpfchen durch Erschütterungen in den starren Zustand überzuführen. Ist dieser einmal eingetreten, so erfolgt die Bildung der Butterklümpchen nach weiterem Schütteln oder Schlagen in verhältnismäßig kurzer Zeit und erfordert nur eine mäßige Bewegung. Eine Vereinigung der Milchkügelchen findet erst statt, wenn die Mehrzahl derselben einer ausreichenden mechanischen Erschütterung ausgesetzt war und infolge dessen erstarrt ist. Es trifft nicht jeder Stoß oder Schlag alle Kügelchen gleich kräftig, weil ein Ausweichen derselben in der bewegten Flüssigkeit stattfinden kann. Es sind also zahlreiche Schläge oder Stöße erforderlich, um die Mehrzahl zum Erstarren zu bringen. Ist letzteres geschehen und war die Temperatur die richtige, so vereinigen sich die Kügelchen nun rasch zu Klümpchen. Ist die Entfernung der Milchkügelchen von einander eine größere, so daß jeder Schlag eine verhältnismäßig geringere Anzahl trifft und ist die Flüssigkeit leichter beweglich, so daß ein Ausweichen der Kügelchen eher stattfindet, so wird das Buttern längere, im entgegengesetzten Falle kürzere Zeit beanspruchen; ersteres trifft beim Buttern der Milch, letzteres beim Rahmbuttern zu. Beim Buttern des Rahms kommt noch in Betracht, daß derselbe vorwiegend die größten Fetttröpfchen enthält, welche dem Uebergang in den festen Zustand einen erheblich geringeren Widerstand entgegensetzen als die kleinen. Es finden sich denn auch in der Buttermilch nur die kleinsten Milchkügelchen.

Von Einfluß auf die mehr oder weniger rasche Bildung der Butterklümpchen ist die Temperatur.

Die durch die Praxis ermittelte geeignetste Butterungstemperatur bezweckt, den erstarrten Fettkügelchen einen bestimmten Grad fest-weicher Konsistenz zu geben, bei welcher die einzelnen Kügelchen am leichtesten aneinander haften bleiben.

Je nach der Beschaffenheit des Butterungsmateriales ist jene Temperatur etwas verschieden, und ist dieselbe in jedem einzelnen Falle unter Beachtung aller einschlägigen Verhältnisse zu ermitteln. Im allgemeinen rechnet man nach Kirchner:

Für süßen Rahm	11—12° C
„ gesäuerten Rahm	15—16° „
„ gesäuerte Milch	17—18° „

Sowohl eine zu hohe, wie eine zu niedrige Temperatur bringt Nachteile mit sich. Zwar geht die Ausbutterung bei höherer Temperatur in der Regel rascher vor sich, die Butter ist jedoch sehr weich, schließt viel Buttermilch ein, von welcher sie schwer zu befreien ist und besitzt infolge dessen eine geringe Haltbarkeit. Eine zu niedrige Temperatur beeinträchtigt die Ausbeute, was jedoch auch bei zu hoher

*) Landw. Versuchsstationen, 1876, Bd. XIX, S. 154.

Temperatur eintreten kann, und verzögert die Ausbutterung. Dazu kommt noch, daß die harte und krümelige Beschaffenheit der Butter die weitere Bearbeitung erschwert.

Wenn es sich darum handelt, süßen Rahm zu verbuttern, so hat man natürlich dahin zu trachten, den Rahm, wenn er nicht gleich verarbeitet werden kann, auch wirklich süß zu erhalten. Zu dem Behufe ist derselbe z. B. über Nacht in Eiswasser zu stellen. Für die Verbutterung ist er darauf entsprechend anzuwärmen.

Bei der Verarbeitung gesäuerten Rahmes ist dem Säuerungsvorgange besondere Beachtung zu schenken. Derselbe darf namentlich nicht zu weit vorgeschritten sein. Der Rahm soll sich in „eben angesäuertem Zustande“ befinden. Man geht daher meist von süßem Rahm aus, welchen man bei gewöhnlicher Temperatur (12—15° C) 12—24 Stunden lang der Säuerung überläßt. Für Centrifugenrahm, besonders von frischer Milch, ist eine Säuerungsdauer von 24 Stunden meist nicht ausreichend. Um jedoch diesen Zeitraum nicht überschreiten zu müssen, setzt man dem Rahme 2—5 pCt. gesäuerter Milch zu. Die Milch sucht man durch Einstellen in Wasser von 20—30° C möglichst rasch zur Säuerung zu bringen, welche längstens binnen 24 Stunden vollendet sein muß.

Der Erfolg dieses rein empirischen Säuerungsverfahrens ist jedoch stets mehr oder weniger dem Zufall anheimgegeben. Auf dem Wege der bakteriologischen Forschung kam man zu der Einsicht, daß an dem Säuerungsprozeß verschiedene Arten von Milchsäurebakterien beteiligt sind, welche neben der Milchsäure je nach ihrer Art verschiedene Fettsäuren zu erzeugen vermögen, wodurch die Beschaffenheit der Butter mehr oder minder beeinflußt wird. Bei dem gewöhnlichen Verfahren der Säuerung kann nun bald diese, bald jene Art die Oberhand gewinnen, wodurch das Resultat ein wechselndes werden muß, und falls gerade eine schädliche Art in überwiegender Menge auftritt, Butterfehler die Folge sein können.

Das einzige Mittel, diesem Uebelstande zu begegnen und den Säuerungsvorgang zu einem sicheren und von Zufälligkeiten unabhängigen zu machen, bietet die Bakteriologie, welcher zweifellos noch eine bedeutende Rolle im Molkereiwesen vorbehalten ist, in der Anwendung von Reinkulturen der Milchsäurebakterien. In der That sind in dieser Richtung von Storch und von Weigmann bereits vielversprechende Versuche, welche zum Teil schon praktische Erfolge erzielten, zur Ausführung gelangt. So sind von der milchwirtschaftlichen Versuchsstation in Kiel bereits Reinkulturen von Milchsäurebakterien an Molkereien hinausgegeben worden, für deren Verwendung Dr. Weigmann folgende Vorschrift giebt: Die für die Bereitung eines Zusatzes von 2—3 pCt. „Sauer“ ausreichende Menge zentrifugierter Magermilch wird entweder stark abgekühlt oder auf 60—65° C erwärmt (sterilisiert), in jedem Falle dann nach Verlauf von einigen Stunden mit der von der Versuchsstation in Kiel zu beziehenden Reinkultur versetzt, um hierauf bei mittlerer Temperatur an einem Orte mit möglichst reiner Luft aufbewahrt zu werden. Nachdem die Milch „sähmig“ geworden ist, kann man dieselbe dem zunächst stark abgekühlten, dann beim Zusatze des „Sauers“ (2—3 pCt.) auf 16—20° C erwärmten Rahme zugeben, ferner auch einen Teil der gesäuerten Milch zur Impfung neuer Magermilch verwenden. Der Rahm hat nach etwa 24 Stunden den entsprechenden, für das Buttern geeigneten Säuerungsgrad, erreicht.

Wie für den Rahm, so ist auch für die Verarbeitung der Milch der

Säuerungsgrad von hoher Bedeutung. Während bei zu schwach gesäuerter Milch die Ausbeute eine mangelhafte wird, leidet bei zu starker Säuerung die Qualität und Haltbarkeit der Butter.

Die Milch soll beim Verbuttern noch nicht völlig geronnen sein, sondern nur eine dickliche Beschaffenheit angenommen haben.

Fig. 242. Stoßbutterfaß.

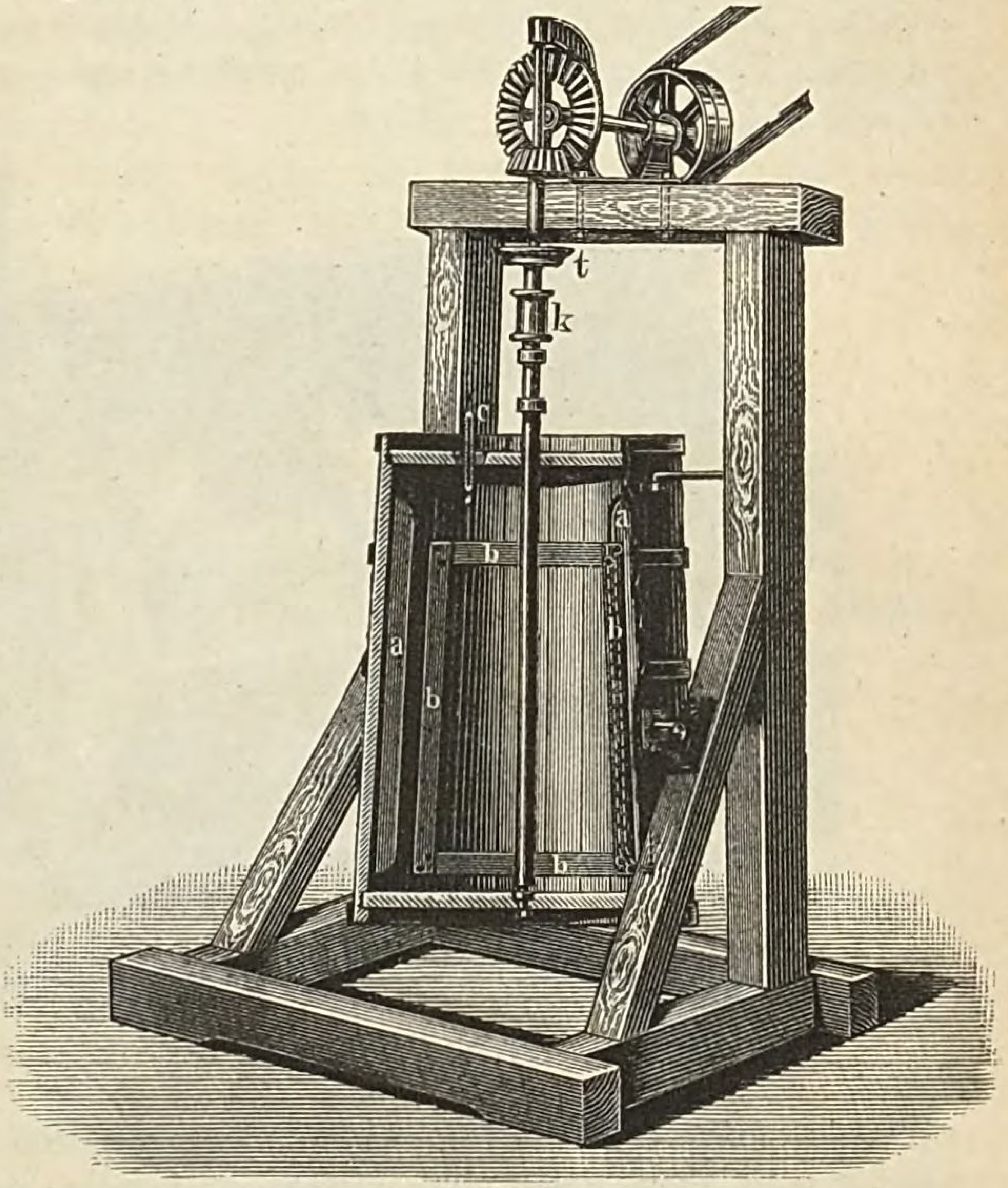


Fig. 243. Holsteinsches Schlagbutterfaß.

Daß das Verbuttern der Milch mehr Zeit in Anspruch nimmt als das von Rahm, wurde bereits erwähnt und zwar nimmt man für Rahm eine Butterungsdauer von 20—60 Minuten, für Milch durchschnittlich 1 Stunde an.

Die Butterfässer. Der Apparat, in welchem das Buttern vorgenommen wird, das Butterfaß, kommt in verschiedenen Konstruktionen vor, welche sich in nachstehende Gruppen unterbringen lassen:

1. Stoßbutterfässer,
2. Schlagbutterfässer und zwar stehende und liegende,
3. Roll- und Wiegebutterfässer.

Die Konstruktion des Butterfasses ist nicht ohne Einfluß auf die Menge und Beschaffenheit der ausgeschiedenen Butter.

Im allgemeinen verlangt man von einem guten Butterfaß, daß es bei solider Bauart sich leicht reinigen und lüften läßt und bei entsprechender Leistungsfähigkeit einen möglichst geringen Kraftaufwand beansprucht.

Im folgenden sollen einige der bekanntesten und bewährtesten Butterfässer kurz beschrieben werden.

Das gewöhnliche hölzerne Stoßbutterfaß (Fig. 242) besteht aus dem konischen Fasse a b und dem Stößer d. An letzterem ist eine durchlöcherte Scheibe e angebracht, welche mittels des Stieles d auf- und niederbewegt, die Butterung vollzieht. Um dabei ein Herausspritzen des Rahmes zu verhindern, ist das Faß mit einem Deckel versehen, welcher in der Mitte eine napfförmige Tülle c zur Aufnahme des Stößers besitzt.

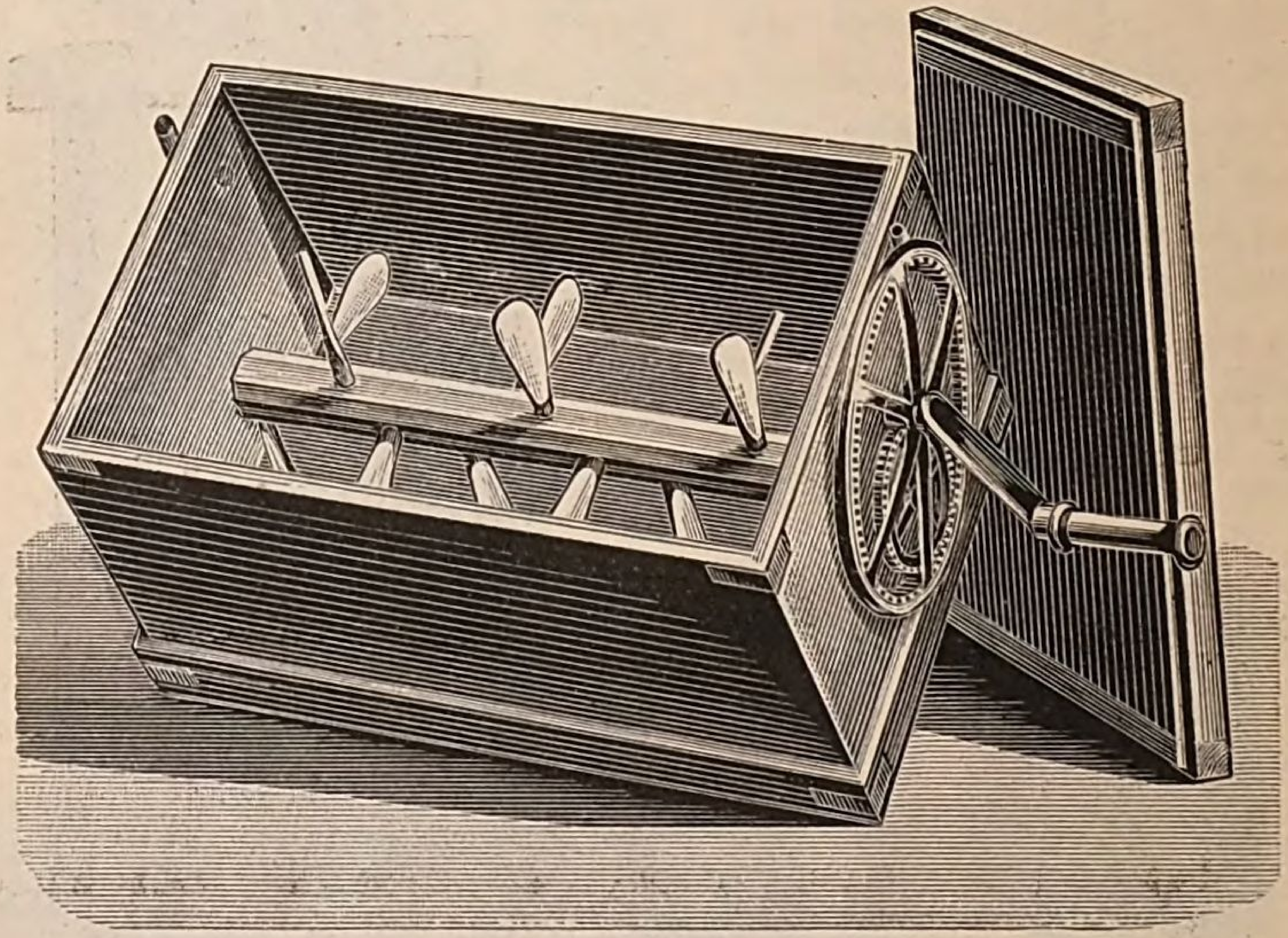


Fig. 244. Schlagbutterfaß von Peters.

Das hölzerne Stoßbutterfaß ist nur für ganz kleine Wirtschaften geeignet. In seiner Bauart höchst einfach, ist es leicht zu reinigen; das Buttern erfordert jedoch einen ziemlich großen Aufwand an Kraft und Zeit.

Unter den Schlagbutterfässern (Fig. 243) steht das holsteinische oder dänische Butterfaß obenan. Dasselbe besteht aus einem aufrechtstehenden Fasse, welches — meist aus Buchenholz gearbeitet — unten etwas breiter ist als oben. In seinem Innern sind entweder mit den Faßdauben aus einem Stücke hergestellt oder mit Schrauben befestigt, 2—4 Schlagleisten a angebracht. Der Schläger wird durch zwei einfache Flügelrahmen b, welche auf einer vertikalen hölzernen Welle befestigt sind, gebildet. Je nach der Größe des Fasses und dem Grade der Füllung läßt man den Schläger für gesäuerten Rahm und gesäuerte Milch 120—180 Umdrehungen, bei süßem Rahm 180—220 Umdrehungen in der Minute machen. Bei c kann man im Deckel ein Thermometer anbringen. Nach dem Herausnehmen des zweiteiligen Deckels ist das Faß einer vollkommenen Reinigung leicht zugänglich.

Das holsteinische Butterfaß ist gleich geeignet für kleine wie für große Wirtschaften, da es sowohl für den Hand- als auch für den Motorenbetrieb eingerichtet werden kann.

Dasselbe wird in verschiedenen Modifikationen mit einer Verbutterung von 15 bis zu 300 Litern von den meisten Fabriken für Molkereimaschinen hergestellt.

Die liegenden Schlagbutterfässer sind meist für den kleineren Betrieb und für das Verbuttern von Rahm eingerichtet. Von den zahlreichen Konstruktionen, welche hierher gehören, seien erwähnt, die Buttermaschine von Lavoisy (gebaut von E. Ahlborn in Hildesheim), Girards Butterfaß, Dürkoops Patent-Emailbutterfaß (erbaut von Ferd. Rothe & Co., Abteil. Dürkoop in Braunschweig) und die Patent-Buttermaschine von Chr. Peters (vormals Peters & Hansen) in Flensburg. Letztere, in Fig. 244 abgebildet, besteht aus einem hölzernen Kasten, in welchem die mit 12 Flügeln versehene liegende hölzerne Welle als Schlagwerk angebracht ist.

Die Flügel sind derart gestellt, daß das Butterungsmaterial von den Seitenwänden des Fasses nach der Mitte schraubenförmig zusammengetrieben und dadurch in lebhafte Erschütterung versetzt wird. Die Füllung darf nur bis zur Welle, also bis zur halben Höhe des Fasses gehen.

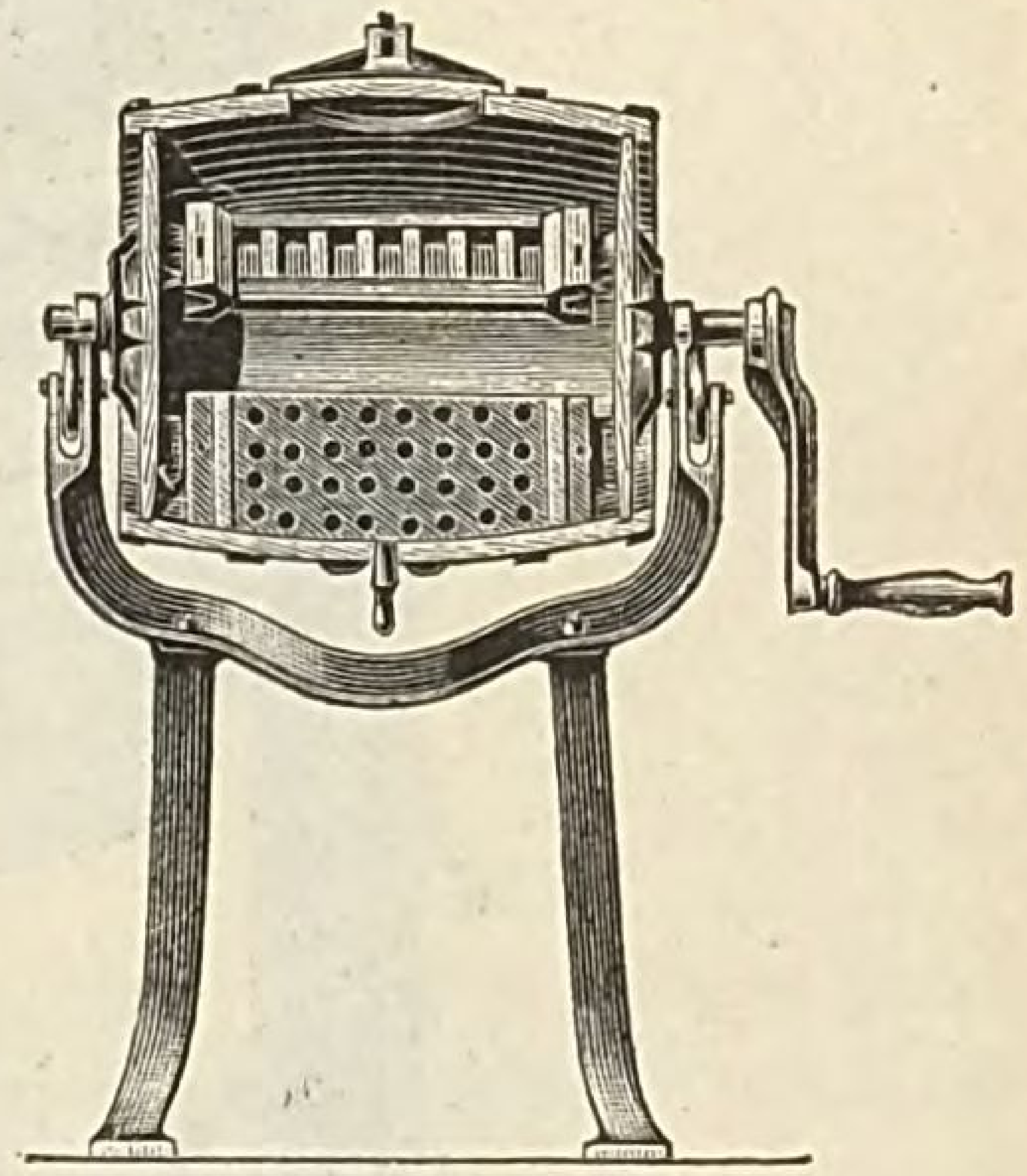


Fig. 245. Lefeldts Rotierbutterfaß.

Bei 50 Umdrehungen des großen Zahnrades (125 Umdrehungen der Welle) in der Minute geht die Ausbutterung leicht und mit geringem Kraftaufwand vor sich. Das Butterfaß wird in drei Größen gebaut, für die Verarbeitung von 6 bis 7 Liter, von 10—12 und von 20—22 Liter Rahm. Es ist nur für den Handbetrieb eingerichtet und eignet sich daher besonders für kleinere Wirtschaften, für welche es nach den Erfahrungen der milchwirtschaftlichen Versuchsstation in Kiel in der That sehr empfehlenswert erscheint.

Verschiedene der Schlagbutterfässer mit liegender Welle sind aus verzinntem oder emailliertem Blech gearbeitet und zur Erzeugung und Erhaltung der günstigsten Butterungstemperatur mit einem Mantel umgeben, in welchem sich Wasser von der erforderlichen Temperatur befindet.

Bei den Roll- und Wiegebutterfässern erfolgt die Erschütterung des Butterungsmaterials nicht durch ein besonderes Stoß- oder Schlagwerk, sondern durch die Drehung oder Bewegung des Fasses selbst, indem dadurch die Milch oder der Rahm gegen die Wände des Fasses oder auch gegen an denselben angebrachte Schlagleisten anprallt.

Die Rollbutterfässer eignen sich besonders für kleine Wirtschaften, da mit denselben noch sehr kleine Mengen von Milch oder Rahm verbuttert werden können; dagegen ist ihre Verwendung im Großbetrieb weniger zweckmäßig, da mit der Menge des auf einmal zu verarbeitenden Materials die Ansprüche an die Betriebskräfte in einem ungünstigen Verhältnisse steigen.

In Bayern, Oesterreich und der Schweiz ist das Mühlstein- oder Scheibenbutterfaß noch vielfach gebräuchlich. Dasselbe besteht aus einem hölzernen flachen zylindrischen Fasse, welches in einem Gestelle mittels einer seitlich angebrachten Kurbel drehbar ist. Im Innern des Fasses befindet sich eine herausnehm-

bare Schlagleiste. Bei der eigentümlichen Form und der verhältnismäßig kleinen Oeffnung des Fasses ist eine gründliche Reinigung und Durchlüftung sehr erschwert, was als ein großer Nachteil erscheint.

Das Lefeldtsche Rotierbutterfaß (Fig. 245) besteht aus einem liegenden Fasse aus Eichenholz, welches in seinem Innern zwei herausnehmbare Schlagleisten, eine gitterförmige und eine durchlöcherte besitzt. Die Füllung darf $^1/_3$ des Gesamtinhaltes nicht überschreiten.

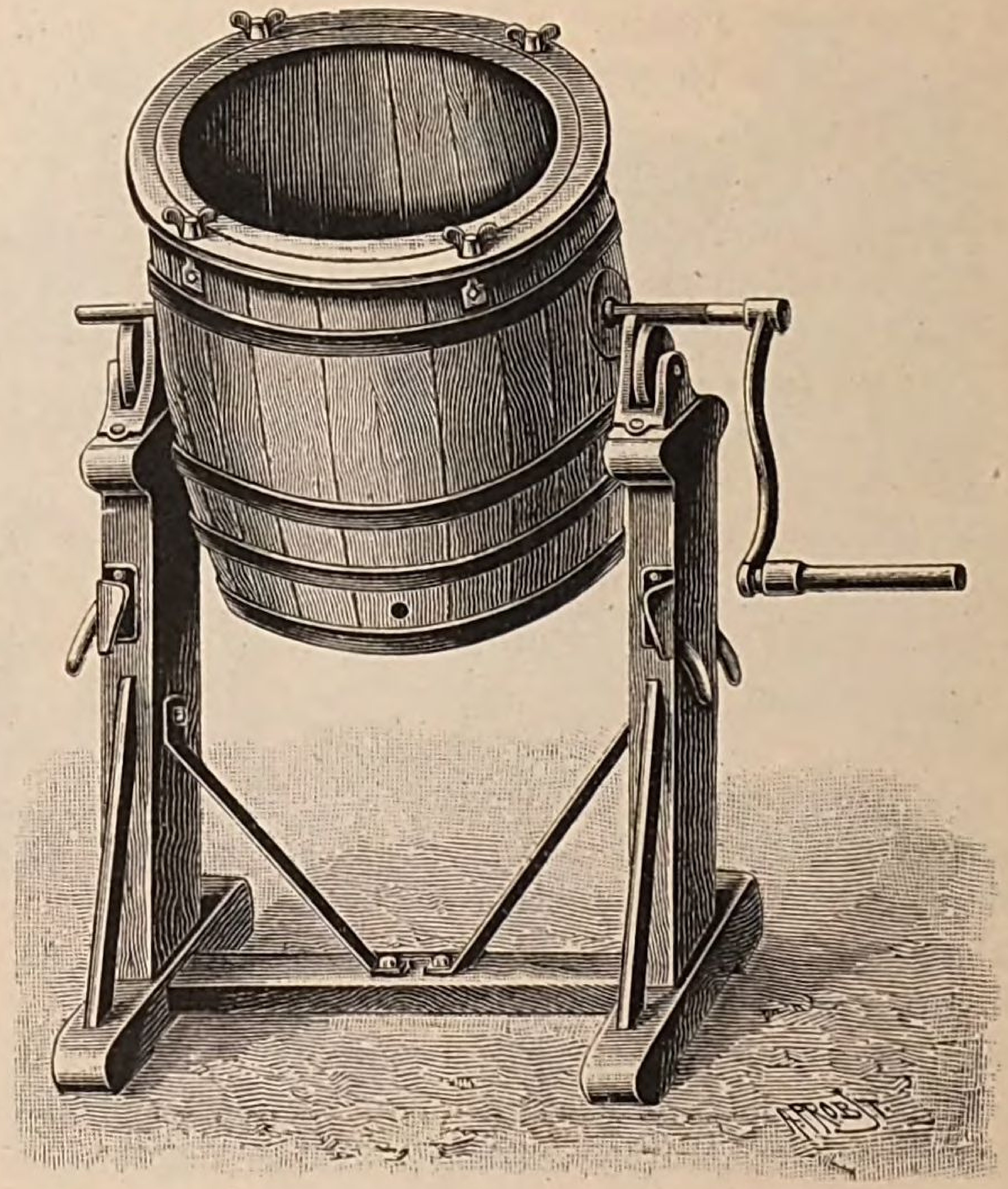


Fig. 246. Viktoriabutterfaß.

Die Handhabung des Butterfasses ist eine leichte und erfordert einen geringen Kraftaufwand. Als ein wesentlicher Nachteil erscheint auch hier, daß durch die kleine Oeffnung einerseits das Einschütten des Rahmes und das Herausnehmen der Butter, andererseits die Reinigung und Lüftung sehr erschwert sind.

Diese Uebelstände sind vermieden bei den vertikalen Rotierbutterfässern, bei welchen der eine Boden als Deckel konstruiert ist. Fig. 246 stellt ein derartiges Butterfaß, das Viktoriabutterfaß, welches von dem Engländer Waide für den Handbetrieb gebaut wurde, dar. Dasselbe besitzt im Innern keine Schlagleisten, da das Aufschlagen des Rahmes auf dem Boden und an den Wandungen eine hinreichende Erschütterung für die Ausbutterung hervorruft.

Das Viktoriabutterfaß wird von verschiedenen Fabriken für eine Verbutterung von 15 bis zu 100 Liter hergestellt.

Ein neues Rollbutterfaß mit Schlagleisten im Innern, wodurch die Leistungsfähigkeit gegenüber dem Viktoriafaß sich erhöht, wird von E. Ahlborn in Hildesheim gebaut.

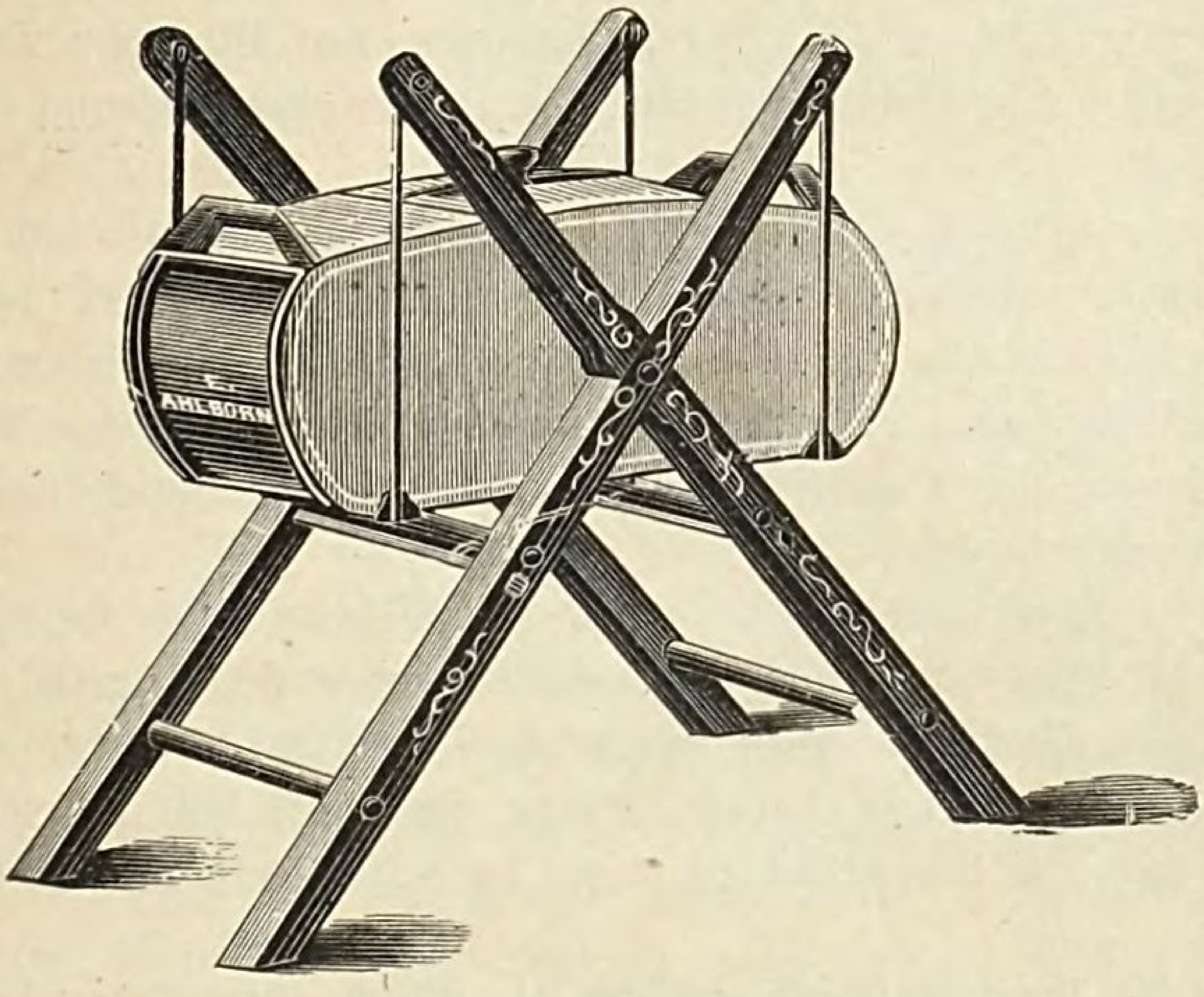


Fig. 247. Amerikanisches Schaukelbutterfaß.

Bei den Wiege- und den Schaukelbutterfässern erfolgt die Erschütterung des Inhaltes, wie der Name schon sagt, durch eine schaukelnde oder

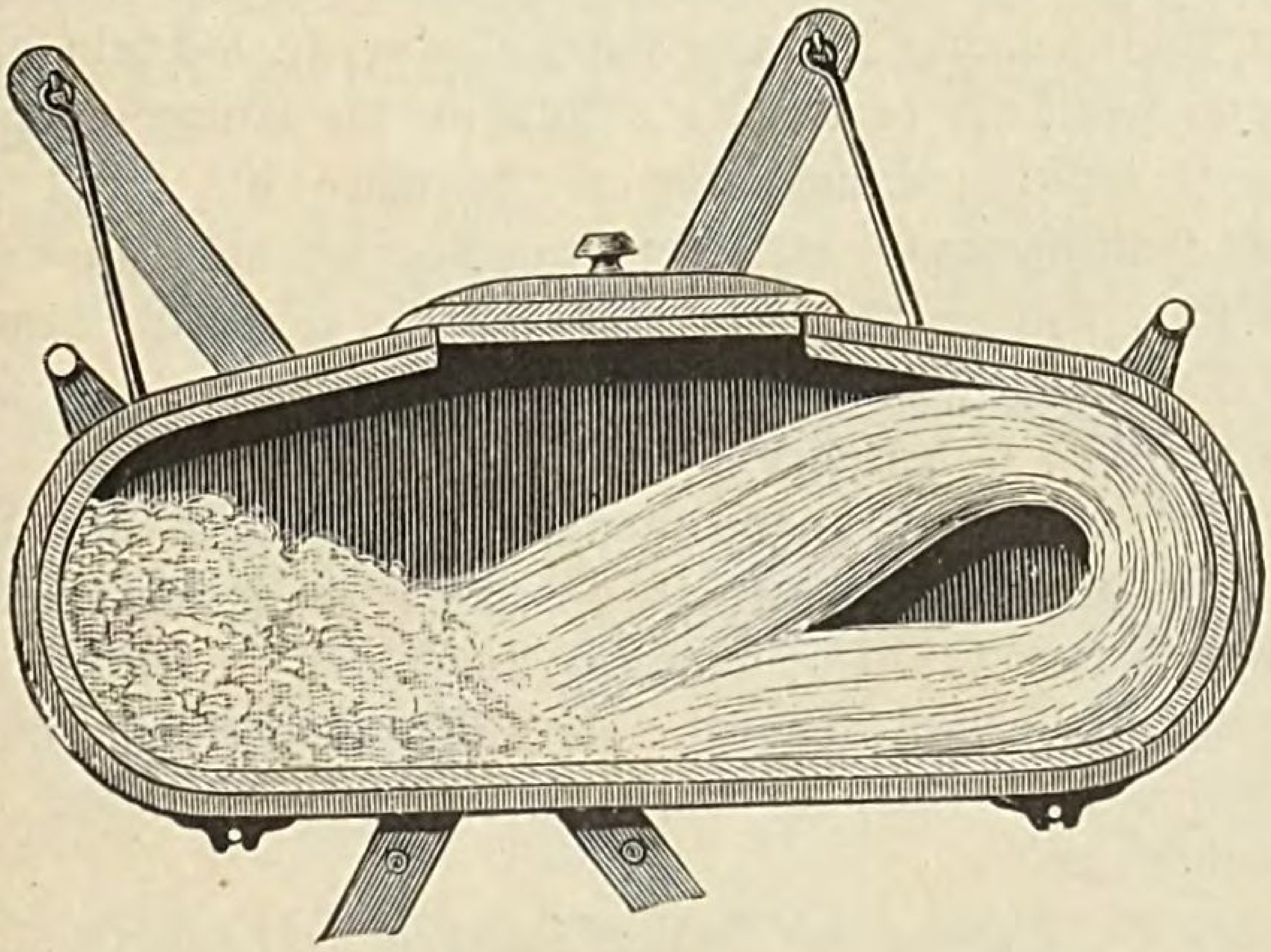


Fig. 248. Amerikanisches Schaukelbutterfaß: Bewegung des Rahmes.

wiegende Bewegung des Fasses. Zu diesem Behufe sind die ersteren mit einem wiegenartigen Fuße versehen, die letzteren nach Art der Schaukeln in einem Gestelle aufgehängt. Von dieser Kategorie von Butterfässern ist besonders das amerikanische Schaukelbutterfaß (Davis Swing Churn), Fig. 247 u. 248, hervorzuheben. Dasselbe besteht aus einem länglich-runden Kasten aus weichem Holze, welcher leicht

aus dem Schaukelgestelle herausgenommen werden kann. Der Kasten ist mit einem großen Deckel und zwei Handhaben versehen. An der unteren Seite des einen abgerundeten Endes befindet sich eine Oeffnung zum Ablassen der Buttermilch.

Die Füllung soll nicht mehr als die Hälfte des Gesamtinhaltes betragen und die Bewegung etwa 40—45 Doppelschwingungen pro Minute. Das Schaukelbutterfaß wird in verschiedenen Größen von einer Verbutterung von 13 bis zu 67 Liter hergestellt.

Das amerikanische Schaukelbutterfaß von Davis ist nach Fleischmann ein äußerst einfaches, billiges, höchst bequemes und leicht zu reinigendes Handbutterfaß, welches bei richtiger Behandlung in einer kaum über das gewöhnliche Maß ausgedehnten Butterungszeit, namentlich bei Verwendung von gesäuertem Rahme, eine in qualitativer und quantitativer Beziehung vollständig befriedigende Ausbeute liefert.

Schließlich muß noch zweier neuer Apparate gedacht werden, über deren Brauchbarkeit zur Zeit zwar noch kein abschließendes Urteil gefällt werden kann, deren Konstruktion jedoch auf einen wesentlichen Fortschritt in der Herstellung von Butter abzielt. Die beiden Apparate, welche im Laufe des Jahres 1889 bekannt geworden, sind der Butterextraktor von Jacobsen und der Butterseparator von de Laval.

Durch beide Apparate wird zunächst die Milch unter Anwendung der Zentrifugalkraft entrahmt und der gewonnene Rahm sofort unter sehr energischer mechanischer Einwirkung verbuttert.

Im „Extraktor“ wird der Rahm sofort an der Stelle, an welcher er sich abscheidet, verbuttert. Beim Butterseparator dagegen verläßt der Rahm die Zentrifuge und gelangt über einen Kühler in einen kleinen, freiliegenden, mit der Welle der Zentrifugentrommel verkuppelten Zylinder, in welchem die Ausbutterung erfolgt. Während somit bei dem ersteren Apparat die Entrahmung bei der für die Ausbutterung erforderlichen Temperatur vorzunehmen ist, besitzt der letztere den Vorzug, daß der Entrahmungs- und Butterungsprozeß nicht an die gleiche Temperatur gebunden sind, sondern für jeden Vorgang die geeignetste Temperatur gewählt werden kann. Die ausgeschiedene Butter soll den Extraktor mit 20—21° C, den Separator mit 16—17° C verlassen.

Der Verlauf des Butterungsvorganges im Zylinder des Butterseparators unterscheidet sich nach Fleischmann*) von demjenigen, welchen man bei der allgemein herrschenden Art der Buttergewinnung beobachtet, in folgenden Punkten:

1. erfolgt im neuen Apparate die Butterausscheidung unter einer außergewöhnlichen, bis jetzt noch nicht erreichten Heftigkeit der mechanischen Einwirkung,
2. findet die Bildung der Butterklümpchen weit rascher als beim gewöhnlichen Verfahren der Butterung statt,
3. erreichen die Butterklümpchen nicht die Größe, in welcher sie beim gewöhnlichen Verfahren der Butterung gewonnen werden,
4. ist das Butterungsmaterial nur ganz kurze Zeit der mechanischen Einwirkung ausgesetzt.

---

*) Milchzeitung 1890, S. 601.

Aus Punkt 1 und 4 kann ein nachteiliger Einfluß auf die Beschaffenheit der zu erzielenden Butter wohl nicht abgeleitet werden. Dagegen hält Fleischmann die rasche Bildung der Butterklümpchen und die geringere Größe derselben nicht für vorteilhaft, da hierdurch die Möglichkeit gegeben ist einerseits, daß sich die Klümpchen mit relativ viel Serum in Form mikroskopischer, höchst feiner Tröpfchen beladen, andererseits daß die rohe Butter verhältnismäßig viel Buttermilch durch Adhäsion festhält. Beide Umstände sind geeignet, die Konsistenz, den Geschmack und die Haltbarkeit der Butter nachteilig zu beeinflussen. In der That fand Fleischmann bei sorgfältig bearbeiteten Butterproben, welche mit dem Separator gewonnen waren, einen Wassergehalt von mehr als 15 pCt. und dementsprechend einen relativ hohen Gehalt an organischer fettfreier Substanz. Haltbarkeit und Geschmack der Butter ließen gleichwohl nichts zu wünschen übrig. Wenn nun auch, wie gesagt, ein Endurteil über die Apparate noch nicht abgegeben werden kann, so ist man, nach Fleischmann, dem praktisch längst angestrebten Ziele, völlig süßen Rahm mit durchaus befriedigendem Erfolge zu verbuttern, durch die neuen Apparate wesentlich näher gekommen.

Färbung der Butter. Da an der Butter eine schöne gelbe Färbung, wie solche eine bei Grünfütterung gewonnene Butter zeigt, beliebt ist, diese Färbung jedoch nicht unter allen Umständen auftritt, so ist man genötigt, um den Anforderungen der Konsumenten gerecht zu werden, gegebenen Falles zu einer künstlichen Färbung der Butter zu schreiten. Man bedient sich hierzu hauptsächlich des Orlean- oder Anotto-Farbstoffs, welcher aus den Früchten eines tropischen Baumes (Bixa orellana) gewonnen wird. Man wendet diesen Farbstoff zweckmäßig in der Weise an, daß man eine Auflösung desselben in Oel (flüssige Butterfarbe des Handels) dem Rahme oder der Milch im Butterfasse zusetzt. Im Durchschnitt nimmt man auf 100 kg Milch 5 gr Butterfarbe, welche man in einem Meßgläschen abmißt.

Die Bearbeitung und das Salzen der Butter. Nach vollendeter Butterung findet sich die ausgeschiedene Butter in Form von Klümpchen in der Größe von mittleren Stecknadelköpfen in der Buttermilch. Diese Klümpchen werden nun entweder mittels eines Siebes aus dem Fasse geschöpft oder zu größeren Klumpen vereinigt und diese herausgenommen.

Die auf die eine oder andere Weise gewonnene Rohbutter wird nun zur Entfernung des größten Teiles der anhaftenden Buttermilch einer besonderen Bearbeitung unterworfen, welche in einem Auskneten der Butter mit den Händen oder mittels besonderer Knetvorrichtungen besteht. Je nachdem mit dem Auskneten ein Waschen der Butter verbunden ist oder nicht, unterscheidet man die nasse oder trockene Bearbeitung. Für Butter aus saurem Material wird meist die nasse, für solche aus süßem Rahm in der Regel die trockene Bearbeitung angewendet.

Während in Süddeutschland und Oesterreich ungesalzene Butter bevorzugt wird, setzt man im ganzen nördlichen Europa der Butter Kochsalz zu.

Man bezweckt damit einerseits eine vollkommenere Entfernung der Buttermilch, andererseits eine Erhöhung der Haltbarkeit.

Die Menge des zuzusetzenden Salzes richtet sich nach dem Geschmacke der

Konsumenten und nach dem Grade der Haltbarkeit, welchen man der Butter zu geben wünscht und beträgt durchschnittlich 2—3 pCt.

Das Salz muß möglichst rein und von entsprechender Körnung, weder zu grob noch zu fein sein.

Man fügt das Salz der Butter zu, nachdem durch eine vorläufige Bearbeitung die Hauptmenge der Buttermilch entfernt ist. Die mit dem Salze innig vermischte Butter bleibt darauf einige Stunden liegen, damit das Salz zur Wirkung gelangen kann. Die Salzkörner lösen sich in der vorhandenen Buttermilch auf, dieselbe zu größeren Tropfen vereinigend, welche bei der folgenden zweiten Verarbeitung nun leichter entfernt werden können.

Sowohl für die Aufbewahrung, wie für die darauf folgende Bearbeitung darf die Temperatur des Raumes weder zu niedrig noch zu hoch sein. Bei zu niedriger Temperatur gelangt das Salz nicht ordentlich zur Wirkung, die Butter wird hart und die Buttermilch läßt sich schlecht auskneten. Bei zu hoher Temperatur wird dagegen die Butter zu weich und läßt sich dann ebenfalls nicht vollkommen ausarbeiten. Es sollte daher im Winter der Raum heizbar sein, um eine Temperatur von 10—12 ° C herstellen zu können, während man im Sommer sich zur Abkühlung der Butter zweckmäßig eines Kühlkastens bedient.

Die zweite Bearbeitung, welche stets mittels der Knetmaschine oder des Knetbrettes ausgeführt werden sollte, bezweckt die möglichst vollkommene Entfernung der Buttermilch. Man soll jedoch hierin auch nicht zu weit gehen wollen, da eine „überarbeitete" Butter erfahrungsgemäß an Geschmack, Aroma und äußerem Ansehen verliert.

Nach der zweiten Bearbeitung ist die Butter für den Konsum fertig und kann nun ohne weiteres in Formen, in die Gebinde und Fässer geschlagen werden.

Die Ausbeute an Butter, welche man aus der Milch erzielt, ist abhängig vom Fettgehalte der Milch, vom Ausrahmungs- und vom Ausbutterungsgrad und vom Fettgehalte der Butter. Beim Verbuttern von gesäuerter Milch fällt natürlich der zweite Faktor weg.

Bei gleichem Ausrahmungsgrade kann nun der Fettgehalt des Rahmes ein wechselnder sein, je nachdem mehr oder weniger von demselben gewonnen wurde.

In dieser Beziehung geht aus Versuchen von Sebelien und Schmoeles hervor, daß ein fettreicher Rahm im allgemeinen eine höhere Ausbeute an Butter liefert, als ein fettarmer, jedoch mit der Beschränkung, daß ein sehr fettreicher Rahm sich weniger vollkommen ausbuttert als ein solcher von mittlerem Fettgehalt. Am besten ausgebuttert wird ein Rahm von 20—30 pCt. Fett.

Die von einer bestimmten Milch zu erwartende Butterausbeute kann man nach Fleischmann mittels der folgenden Formel berechnen: $B = \frac{f\,A\,A'}{100\,F}$, in welcher B die prozentische Butterausbeute aus der Milch, A den Ausrahmungsgrad, A' den Ausbutterungsgrad, d. i. der prozentische Anteil an Fett, welcher aus dem Fette des Butterungsmaterials in die Butter übergeht, F den prozentischen Fettgehalt der gewonnenen Butter und f den prozentischen Fettgehalt der Milch bedeutet.

Für A kann man beim Sattenverfahren 83, beim Zentrifugenbetriebe 90 setzen, für A' beim Rahmbuttern 97, beim Milchbuttern 89, für F endlich 83.

Durchschnittlich beträgt die Butterausbeute, welche indessen in einer Wirtschaft innerhalb eines Jahres erheblichen Schwankungen unterliegen kann, 1 Pfd. Butter von 12—15 Liter Milch..

Die durchschnittliche Zusammensetzung sorgfältig bereiteter frischer Butter nach dem letzten Kneten wird von Kirchner folgendermaßen angegeben:

	Gesalzene	Ungesalzene
Wasser . . .	12,50	14,00
Fett	84,50	83,50
Proteïn . . .	0,50	0,80
Milchzucker . .	0,60	1,50
Asche	0,10	0,20
Kochsalz . . .	1,80	—
	100,00	100,00

Vieth verlangt von einer gut ausgearbeiteten Handelsbutter, daß sie mindestens 80 pCt. Fett, nicht mehr als 15 pCt. Wasser und nicht mehr als 2 pCt. Proteïn, Michzucker 2c. enthalte.

Das Verhältnis von Wasser und fettfreier organischer Substanz soll nicht weit von dem Verhältnis 100 : 10 abweichen.

Dieses Verhältnis ist insofern für die Beurteilung der Butter von einigem Wert, als es einen gewissen Aufschluß über die Art der Bereitung und Bearbeitung der Butter giebt. Da nämlich im Rahm und in der Milch das Verhältnis der Wassermenge zum organischen „Nichtfett" ungefähr 100 : 10 beträgt, so deutet beispielsweise ein engeres Verhältnis in der Butter auf die Verarbeitung stark gesäuerten Rahmes, wobei viel Kaseïn in der Butter verbleibt, während ein weiteres Verhältnis von einem Waschen der Butter herrühren kann.

An äußeren Eigenschaften verlangt man von einer feinen Butter: eine schöne gelbe Farbe, eine gewisse Konsistenz, welche weder zu weich noch zu hart sein darf, einen vollkommen reinen Geruch und Geschmack, und Haltbarkeit.

Die verschiedenen Sorten von im Handel vorkommender gesalzener und ungesalzener Butter können unterschieden werden

1. nach dem Material, aus welchem sie gewonnen sind, in: Milch-, Süßrahm- und Sauerrahmbutter;
2. nach der Jahreszeit und dem Futter: Winter- und Sommerbutter, Weide-, Mai-, Stoppel-, Grasbutter 2c.;
3. nach der Laktationsperiode der Kühe: Frischmilchs- und Altmilchsbutter.

Mit der Bezeichnung Tafel-, Thee-, Tisch-, Koch-, Back- und Dauerbutter werden verschiedene Qualitäten der Butter bezeichnet.

Butterfehler. Butter, welche einen ausgeprägten fremden unangenehmen Nebengeschmack besitzt oder von unansehnlicher Beschaffenheit ist, bezeichnet man als fehlerhaft.

Die Fehler der Butter entstehen teils durch äußere Einflüsse, teils durch Zersetzungen innerhalb der Butter, welche durch Mikroorganismen hervorgerufen werden.

Als Fehler der ersten Kategorie erscheint der Futtergeschmack. Verdorbenes, verschimmeltes Futter ruft häufig einen scharfen und bitteren Geschmack hervor. Sind im Futter Lauchgewächse oder sonstige ätherische Oele enthaltende Pflanzen stark vertreten, so nimmt die Butter den Geschmack des betreffenden Oeles an. Verschiedene Futtermittel sind sonst von Einfluß auf die Beschaffenheit der Butter, wie die Schlempe, Abfälle der Stärkefabrikation, Diffusionsrückstände, bei deren Verfütterung eine hochfeine Butter nicht zu erzielen ist.

Ein rauchiger oder dumpfiger Geschmack, ferner der Stallgeschmack entstehen ersterer bei Aufbewahrung der Milch oder des Rahmes in rauchigen und dumpfigen Räumen, letzterer bei mangelnder Reinlichkeit im Stalle.

Der Gehalt der Butter an Wasser, Milchzucker und Proteïn ist der Entwickelung von Bakterien aller Art günstig. Je nach der Art der Zersetzungen, welche dieselben in der Butter hervorrufen, können eine ganze Reihe von Fehlern entstehen, welche sich in einem öligen, talgigen, thranigen, bitteren 2c. Geschmack zu erkennen geben.

Als einer der verbreitetsten Fehler, welcher an der Dauerbutter auftritt, erscheint der Staff. Derselbe — zweifellos auch durch Bakterien veranlaßt — macht sich durch einen ranzig-süßlichen Geschmack bemerklich, herrührend von freien Fettsäuren. Die ursprüngliche Annahme, daß der Staff durch die unmittelbare Berührung der Butter mit dem Holze entstehe, wobei aus diesem eine Substanz ausgezogen werde, welche den eigentümlichen Geschmack bewirke, ist jedenfalls nicht zutreffend. Man begegnet dem Staff durch sorgfältiges Auslaugen der Fässer, Bestreuen der Wände mit Salz vor dem Einschlagen der Butter und Aufbewahren an einem kühlen und trockenen Orte.

Die Buttermilch — der Rückstand von der Butterbereitung — stellt eine weiße — fettreicher Milch sehr ähnliche — Flüssigkeit dar. Ihr Fettgehalt darf bei guter Ausbutterung jedoch 0,7 pCt. nicht überschreiten. Je nach der Beschaffenheit des Butterungsmaterials ist die Buttermilch völlig süß oder säuerlich (von Milchsäure). Süße Buttermilch nimmt häufig einen etwas bitteren Geschmack an, welcher jedenfalls auf Bakterienwirkung zurückzuführen ist.

Die mittlere Zusammensetzung der Buttermilch (König) wird folgendermaßen angegeben:

Wasser 90,27 pCt., Stickstoffsubstanz 4,06 pCt., Fett 0,93 pCt., Milchzucker 3,73 pCt., Milchsäure 0,34 pCt., Salze 0,67 pCt.

Die Buttermilch wird als Nahrungsmittel, zum Verkäsen und als Futtermittel verwendet. Stark gesäuerte Buttermilch kocht man vor dem Verfüttern auf und verabreicht sie insbesondere Kälbern in kleinen Portionen.

Die Kunstbutter.

Seit anfangs der 70er Jahre erwuchs der Kuhbutter, dem Erzeugnis der Molkereien, ein gefährlicher Konkurrent in der Kunstbutter, so zwar, daß man sich in fast allen Ländern veranlaßt sah, zum Schutze der Landwirtschaft und der Konsumenten den Verkehr mit Kunstbutter gesetzlich zu regeln. Die Kunstbutter, zu deren Erzeugung hauptsächlich Rindsfett verwendet wird, ist zwar weniger wohlschmeckend als Kuhbutter, steht aber an Nährwert derselben kaum nach. Der

Umstand, daß die billigere Kunstbutter nicht als solche, sondern als Milchbutter in den Handel gebracht wurde, war es, welcher zu erheblichen Uebelständen führte. Die Gesetzgebung hatte daher darauf hinzuwirken, daß die Kunstbutter nur unter einer ihrem Wesen entsprechenden Bezeichnung verkauft werden darf. In Deutschland wählte man als Bezeichnung für Kunstbutter „Margarine“ und durch das Reichsgesetz vom 12. Juli 1887 wird verfügt, daß die betreffenden Geschäftsräume und sonstigen Verkaufsstellen deutlich die Inschrift „Verkauf von Margarine“ tragen müssen. Ebenso müssen die Gefäße und äußeren Umhüllungen, in welchen Margarine gewerbsmäßig verkauft wird, mit der Aufschrift „Margarine“ versehen sein.

Margarine im Sinne des Gesetzes sind diejenigen der Milchbutter ähnlichen Zubereitungen, deren Fettgehalt nicht ausschließlich der Milch entstammt.

Kunstbutter wurde zuerst von dem französischen Chemiker Mège-Mouriès auf Anregung Napoleon III. dargestellt.

Die ersten Proben kamen 1872 in den Handel.

Im allgemeinen gestaltet sich die Gewinnung der Kunstbutter nach Mège-Mouriès folgendermaßen: Das frische Rindsfett wird zunächst von anhaftenden Fleischteilchen u. dergl. meist mit der Hand gereinigt. Darauf wird das Fett in einer Art Fleischhackmaschine zerkleinert. Die zerkleinerte Masse gelangt in den Schmelzkessel, in welchem sie durch Warmwasserheizung auf 50° C erhitzt wird. Das geschmolzene Fett wird gut durchgerührt und darauf der Ruhe überlassen. Zellgewebe und Fasern setzen sich ab, obenauf schwimmt das Fett als reines gelbes Oel. Letzteres zieht man in die Krystallisationsgefäße ab, in welchen das Fett, langsam abkühlend, innerhalb 24 Stunden krystallinisch erstarrt. Das Fett, welches noch knetbar sein muß, wird nun durch Pressen bei 25° C in Oleomargarin vom Schmelzpunkte 20—22° und in Stearin vom Schmelzpunkte 40—50° getrennt. Zu dem Behufe wird das Fett in Preßtücher eingeschlagen und in einem auf 25° erwärmten Raume dem langsam steigenden Drucke hydraulischer Pressen ausgesetzt. Das Oleomargarin fließt ab und wird in Rinnen gesammelt, während das Stearin als feste Masse in den Tüchern zurückbleibt. Letzteres geht in die Kerzenfabrikation. Das Oleomargarin wird verbuttert.

Das Buttern nimmt man in einem mit Rührwerk versehenen Bottich vor und zwar stets unter Zusatz von Kuhmilch und Butterfarbe, auch findet häufig eine Zugabe von vegetabilischem Fett (Sesamöl) statt, welches die Butter geschmeidig macht.

Mège-Mouriès wendete ursprünglich folgendes Verhältnis an: 50 kg flüssiges Oleomargarin, 25 l Kuhmilch und 25 l Wasser, welches die löslichen Teile von 100 gr zerkleinerter Milchdrüse enthielt. Nachdem die Masse 15 bis 20 Minuten tüchtig durchgerührt ist, läßt man sie durch eine seitliche Oeffnung des Bottichs mittels einer Rinne in einen hölzernen Trog abfließen. Dabei ist die Anordnung getroffen, daß auf die aus dem Bottich austretende noch halbflüssige Masse ein kalter Wasserstrahl trifft, unter dessen Einfluß dieselbe zu groben Körnchen erstarrt. Die Butter wird nun gesammelt, ausgeknetet und gesalzen und sodann für den Vertrieb geformt.

In Bezug auf Farbe und Konsistenz unterscheidet sich die Kunstbutter in nichts von der Kuhbutter, an Wohlgeschmack steht sie ihr, wie bereits erwähnt,

etwas nach. Sofern die Kunstbutter, wie das nunmehr gesetzlich gefordert ist, als solche im Handel erscheint, ist gegen deren Fabrikation nicht das geringste einzuwenden.

König giebt die Zusammensetzung der Kunstbutter nach 14 Analysen folgendermaßen an:

Wasser	Stickstoffsubstanz	Fett	Salz
10,33 pCt.	0,43 pCt.	87,16 pCt.	2,08 pCt.

Die Käsebereitung.

Bei der Käserei handelt es sich darum, das Kaseïn, welches die Hauptmenge der Proteïnstoffe in der Milch ausmacht, aus dem gequollenen in den festen Zustand überzuführen, dasselbe darauf von der Milchflüssigkeit zu trennen und in geeigneter Weise auf Käse zu verarbeiten.

Die Abscheidung des Käsestoffes aus der Milch kann auf zweierlei Weise vorgenommen werden, entweder mittels Lab oder durch Säure, und zwar in letzterem Falle durch spontane Säuerung oder durch Zusatz einer Säure (Scheidung).

Die Gerinnsel, welche man einerseits mit Lab, andererseits mit Säure erhält, sind, wie insbesonders Hammarsten nachgewiesen, verschiedener Natur.

Das normale Labgerinnsel — Bruch oder Käse genannt — ist elastisch, durchaus nicht schmierig, in Wasser kaum löslich.

Das Säuregerinnsel dagegen, welches man als Quarg bezeichnet, ist nicht elastisch, klebrig, schmierig, und in Wasser etwas löslich. Dementsprechend besitzen die Lab- und die Sauermilchkäse auch verschiedene Eigenschaften. Die ersteren sind von feinerer Qualität und besitzen im allgemeinen eine viel größere Haltbarkeit als letztere. Sowohl in wirtschaftlicher, wie demgemäß in technischer Beziehung kommt den Labkäsen eine weitaus größere Bedeutung zu, als den Sauermilchkäsen.

Das Lab. Das Lab ist ein chemisches Ferment oder Enzym (s. S. 245), welches im Magen der Säugetiere vorkommt. Besonders reichlich findet sich dasselbe im Labmagen des Kalbes und des Schafes, namentlich des jungen, noch säugenden Tieres. Für Käsereizwecke verwendet man ausschließlich das Ferment des Kälbermagens.

In reinem Zustande ist das Lab bis jetzt nicht bekannt. Die Labpräparate des Handels enthalten stets eine größere Menge anderer organischer und mineralischer Stoffe. In chemischer Beziehung dürfte das Labferment, wie die chemischen Fermente wohl überhaupt, den Eiweißkörpern nahestehen.

Wie alle Enzyme, so ist auch das Lab in Wasser leicht löslich und kann mit letzterem aus den Kälbermagen ausgezogen werden.

Früher bereitete man sich das nötige Lab in den Käsereien selbst, indem man Kälbermagen mit Wasser von 20—35° C mit oder ohne Zusatz von sauren Molken, Citronensäure oder Weinessig extrahierte. Wegen der geringen Haltbarkeit derartiger Lablösungen war man genötigt, sich dieselben in kleinen Mengen täglich frisch zu bereiten. Bei einem derartigen Verfahren konnte natürlich nicht vermieden werden, daß bei der wechselnden Beschaffenheit der Kälbermagen oft Labflüssigkeiten von sehr

ungleichem Wirkungswert erhalten wurden, woraus sich mancherlei Uebelstände für die Käserei ergaben. So trat, je nach der Stärke der Lablösung, die Gerinnung bald früher, bald später ein, so daß, abgesehen von der hierdurch bewirkten ungleichmäßigen Beschaffenheit der Käse, unter Umständen auch die Ausbeute vermindert wurde.

Es war daher als ein entschiedener Fortschritt anzusehen, als man dazu kam, das Labferment im großen zu gewinnen, und in den Handel zu bringen. Es konnte so den Käsern ein nach bewährten Methoden aus tausenden von Kälbermagen hergestelltes Präparat von stets gleichbleibender Güte und Stärke geboten werden. Das käufliche Lab, welches anfangs der siebenziger Jahre durch Christian Hansen in Kopenhagen eingeführt wurde, fand bald Anklang und wird gegenwärtig von einer großen Anzahl von Fabriken teils in Form von Lösungen, teils in Pulverform geliefert.

Soxhlet, welcher die Bedingungen zur Herstellung wirksamer und haltbarer Labpräparate eingehend studierte, giebt folgende Vorschrift zur Bereitung einer 1 : 10000 wirkenden (s. u.) Labessenz:

„Getrocknete Kälbermagen, womöglich wenigstens drei Monate lang aufbewahrt, von denen man den faltenlosen Teil weggeschnitten, werden in ungefähr Quadratcentimeter große Stücke geschnitten. Zur Extraktion nimmt man auf je 100 g Kälbermagen 1 Liter Wasser, 50 g Kochsalz und 40 g Borsäure, läßt bei gewöhnlicher Zimmertemperatur fünf Tage stehen unter wiederholtem Umschütteln. Hierauf setzt man auf je einen Liter Flüssigkeit noch 50 g Kochsalz zu, wodurch der Kochsalzgehalt auf 10 pCt. erhöht wird, und filtriert durch große doppelte Faltenfilter. Letzteres geht ziemlich langsam. In der Regel bekommt man von 1 Liter Flüssigkeit 800 cc Filtrat, das ursprünglich eine Wirksamkeit von 1 : 18000 zeigt. Rechnet man nach Soxhlet 30 pCt. Verlust von wirksamem Ferment bis zum Eintritt der Wirksamkeitskonstanz, so wären die 800 cc Filtrat durch Zugießen von 200 cc mit Borsäure gesättigter 10 prozentiger Kochsalzlösung auf 1 Liter zu ergänzen, um eine Labflüssigkeit zu erhalten, die nach zweimonatlicher Lagerung ziemlich genau die Wirkung von 1 : 10000 zeigt.

Bei Benutzung der Borsäure-Labessenz bleibt natürlich fast alle Borsäure in den Molken, dem Käse haften höchstens Spuren an.

Die Molken können auf jede beliebige Weise benutzt werden, da 1 Million Teile Molken nur 4 Teile der ohnehin ganz unschädlichen Borsäure enthalten.

Bei 10 pCt. Kochsalzgehalt erfolgt aus einer Lablösung keine Ausscheidung. Setzt man jedoch mehr Kochsalz zu, so entsteht allmählich ein sich langsam absetzender, voluminöser Niederschlag, welcher das Labferment enthält. Soxhlet gewann dasselbe auf diese Weise als graubraunes Pulver von der Wirksamkeit 1 : 1000000, welches 64 pCt. Asche (zumeist Kochsalz) enthielt. Von der organischen Substanz des Labpulvers genügte demnach 1 Teil für 2,8 Millionen Teile Milch, und auf Kaseïn berechnet, bei einem Kaseïngehalt der Milch von 2,8 pCt., genügte 1 Teil der organischen Substanz des Labpulvers, um rund 100 Millionen Teile Kaseïn in 40 Minuten bei 35° C zum Gerinnen zu bringen.

Da die organische Substanz zweifellos nicht ausschließlich aus Lab bestand, so muß die Wirkung des reinen Fermentes noch kräftiger sein.

Die Stärke einer Lablösung wird nach Soxhlet durch jenes Verhältnis von Lab zu Milch ausgedrückt, bei welchem Milch von der mittleren Acidität 3,5

(Soxhlet-Henkel) bei der Temperatur von 35° C in 40 Minuten zur Gerinnung gebracht wird; so haben z. B. die meisten Labflüssigkeiten des Handels eine Stärke von 1 : 10000, d. h. 1 Teil Labflüssigkeit bringt 10000 Teile Milch von der Acidität 3,5 in 40 Minuten bei 35° C zur Gerinnung.

Die käufliche Labessenz muß klar, ohne besonderen Geruch und Geschmack, kräftig und haltbar sein. Innerhalb Jahresfrist soll sie nicht mehr, als um 25 pCt. zurückgehen.

Der Preis der Labessenzen beträgt durchschnittlich 2 Mark pro Liter.

Festes Lab kommt in Form von Pulver und von Tabletten in den Handel. Das feste Lab ist den Lablösungen im allgemeinen vorzuziehen, da es reiner ist und eine größere Haltbarkeit besitzt. Trocken aufbewahrt, büßt es kaum an Wirksamkeit ein. Bei seiner Verwendung wird es nach bestimmten Verhältnissen in Wasser aufgelöst. Die Labpulver besitzen zum Teil eine sehr kräftige Wirkung. Die Kosten des Dicklegens durch Labpulver stellen sich nicht höher als durch Essenzen.

Der chemische Vorgang bei der Labwirkung ist zur Zeit noch nicht aufgeklärt. Nach Hammarsten wird das Kaseïn durch die Einwirkung des Labfermentes in zwei neue Proteïnkörper gespalten, von denen der eine Parakaseïn genannt, in weitaus überwiegender Menge sich als Käse abscheidet, während der andere, in sehr geringer Menge auftretend, als Molkenproteïn in Lösung bleibt. Nach den Untersuchungen von Söldner ist das Vorhandensein löslicher Kalksalze im Serum eine unerläßliche Bedingung für das Zustandekommen der Labwirkung. Alle Verhältnisse, welche eine Verminderung der löslichen Kalksalze in der Milch bewirken, haben eine Abnahme in der Gerinnungsfähigkeit der Milch zur Folge. So ist die Verringerung oder Aufhebung des Gerinnungsvermögens der Milch durch Kochen eine Folge des verminderten Gehaltes der Milch an löslichen Kalksalzen. In gleicher Weise wirkt ein Zusatz von Alkali zur Milch. Freilich ist das Labferment gegen freies Alkali selbst sehr empfindlich, aber bevor dieses seine Wirkung zu äußern vermag, ist es die durch dasselbe bewirkte Verringerung der löslichen Kalksalze, welche die Labwirkung hemmt. Durch Erhöhung der Acidität der Milch und durch Einleiten von Kohlensäure wird der Gehalt an löslichen Kalksalzen vermehrt, und damit die Gerinnungsfähigkeit gesteigert. Ebenso kann man gekochte oder mit Alkali versetzte Milch durch vorsichtiges Ansäuern der Labwirkung wieder zugänglich machen.

Im allgemeinen wird die Labwirkung beeinflußt:

1. durch die Temperatur,
2. durch die Menge des Labes,
3. durch die Beschaffenheit der Milch.

Das Temperatur-Optimum liegt für die Labwirkung bei 35—40° C, d. h. bei dieser Temperatur wird eine bestimmte Menge Milch durch eine bestimmte Menge Lab am raschesten zur normalen Gerinnung gebracht. Bei niederer oder höherer Temperatur wird die Gerinnung verzögert oder werden abnehmende Mengen von Milch zum Gerinnen gebracht.

Bei 15° tritt eine eigentliche Gerinnung nicht ein, bei 50° C erhält man kein normales Gerinnsel mehr.

Bei 70—75°, oder wenn die Lösung sauer ist, schon bei 60° C, wird das Labferment unwirksam.

Von der Menge des Labes ist die Gerinnungszeit abhängig. Gleiche Temperaturen innerhalb der Grenzen 30—40° C vorausgesetzt, ist die Gerinnungszeit bei gleichen Labmengen den wechselnden Milchmengen direkt und bei gleichen Milchmengen den wechselnden Labmengen umgekehrt proportional. Ist z. B. die Gerinnungszeit 40 Minuten bei 1 Teil Lab auf 10000 Teile Milch, so ist sie bei 5000 Teilen nur 20 Minuten, oder 10000 Teile Milch werden durch 1 Teil Lab in 40 Minuten, durch 2 Teile Lab in 20 Minuten zum Gerinnen gebracht.

Was die Beschaffenheit der Milch im Hinblick auf die Labwirkung betrifft, so kommt hier in erster Linie deren Gehalt an löslichen Kalksalzen in Betracht. Wie bereits erwähnt, wirken alle Umstände, welche eine Verminderung der löslichen Kalksalze in der Milch herbeiführen, störend auf die Labgerinnung ein, so das Kochen der Milch. Eine minimale Menge von Säure begünstigt die Labwirkung, Alkali hindert dieselbe.

Durch einen Wasserzusatz wird gleichfalls die Labgerinnung beeinträchtigt. Letztere wird fast völlig aufgehoben, wenn man Milch mit dem gleichen Volumen Wasser versetzt. Die Ursache hiervon ist jedenfalls in der zu großen Verdünnung der löslichen Kalksalze zu suchen.

Durch Zusatz von Chlorcalcium kann man nach Hammarsten die Gerinnungsfähigkeit wieder herstellen.

In einer Milch, deren Beschaffenheit infolge von Unreinlichkeit, unrationeller Fütterung u. dgl. eine mangelhafte ist, kommt eine normale Labgerinnung nicht zu Stande.

Für die Beurteilung der Milch in dieser Hinsicht geben die Milchgärprobe und die Labprobe einen gewissen Anhalt.

Zur Ausführung der Milchgärprobe werden 50 oder 100 cc der zu prüfenden Milch in einem verschließbaren Gläschen in ein Wasserbad von 40° C gestellt und nach 6, 9 und 12 Stunden die Beschaffenheit der Milch beobachtet. Ist eine Milch, wie das bei Unreinlichkeit im Stalle der Fall ist, reich an Mikroorganismen, so giebt sich deren Anwesenheit bei jener Temperatur, welche ihrer Entwickelung besonders günstig ist, bald dadurch zu erkennen, daß die Milch gerinnt. Gesunde, reinlich behandelte Milch soll binnen 12 Stunden noch nicht geronnen sein oder, wenn sie geronnen ist, soll das Gerinnsel wenigstens keine abnorme Beschaffenheit zeigen: es darf nicht dick, gebläht, flockig, fadenziehend oder verfärbt sein, nicht nach Schwefelwasserstoff riechen u. dgl., welche Eigenschaften auf die Anwesenheit von Fäulnisbakterien hinweisen.

Die Labprobe wird in der Weise ausgeführt, daß man zu 100 cc Milch 1 cc Lablösung setzt, worauf die Probe in ein Wasserbad von 35° C gestellt wird. Man beobachtet dann die Gerinnungszeit und die Beschaffenheit des Gerinnsels. Letzteres soll eine feste, porzellanartige Masse bilden. Ist dieses nicht der Fall, so wird der erfahrene Käser je nach der Beschaffenheit des Gerinnsels die Milch ganz von der Verarbeitung ausschließen oder das Verfahren bei der Dicklegung entsprechend ändern.

Das Dicklegen der Milch durch Lab.

Die Operation, welche das Abscheiden des Käsestoffs aus der Milch durch Lab bezweckt, bezeichnet man als Dicklegen der Milch. Abgesehen von dem verschiedenartigen Material, welches zur Käsebereitung verwendet wird, ob ganze oder entrahmte, süße oder schwach gesäuerte Milch, ist es insbesondere die Art des Dicklegens und die dadurch bedingte verschiedene Beschaffenheit des Bruches, welche das Zustandekommen der verschiedenen Käsesorten bedingt. In dieser Hinsicht kommen folgende Punkte in Betracht:

1. Die Menge des Labes. Bei der Verarbeitung völlig süßer, ganzer Milch, wenn man harte, langsam reifende und lang haltbare Käse herstellen will, wendet man mehr Lab an, als für weiche, schnellreifende Käse Ebenso muß man in der Labmenge heruntergehen, wenn die Milch schon etwas angesäuert ist.

Da das Labferment auch nach der Gerinnung noch wasserentziehend auf den Bruch einwirkt, so wird bei Anwendung von zuviel Lab der Käse trocken und hart, während bei zu wenig Lab nicht genug Molken aus dem Bruch austreten können und derselbe zu weich bleibt.

2. die Temperatur, bei welcher das Dicklegen erfolgt. Als äußerste Temperaturgrenzen gelten in der Praxis die Grade von 20° und 36° C. Für weiche Käse wendet man die niedrigeren, für harte Magerkäse und Fettkäse die höheren Temperaturen an. Uebrigens ist für jede einzelne Käsesorte die geeignetste Gerinnungswärme durch Erfahrung festzustellen.

3. die Gerinnungszeit. Für die einzelnen Käsesorten schwankt dieselbe zwischen 15 und 90 Minuten und beträgt durchschnittlich 40—50 Minuten. Bei einer zu kurz bemessenen Gerinnungsdauer wird der Bruch leicht zu fest, so daß er nicht mehr genügend bearbeitet werden kann. Bei einer zu lange ausgedehnten Gerinnungszeit ist es schwierig, die Temperatur konstant zu erhalten. Die Folge davon ist, daß bei einer etwaigen oberflächlichen Abkühlung des Materials ein ungleichmäßiger Bruch erzielt wird.

Zum Zwecke des Dicklegens wird die Milch in einem blanken kupfernen Käsekessel, welcher in der Käseküche aufgestellt ist, unter beständigem Umrühren auf die erwünschte Gerinnungstemperatur gebracht. Ist dieselbe erreicht, so setzt man die jeweils erforderliche genau abgemessene Labmenge zu. Das Lab — sei es nun Labessenz oder pulverförmiges Lab oder Labtabletten — wird zu dem Behufe in soviel Wasser aufgelöst, daß das Volumen der Lösung etwa 1 pCt. von dem der Milch beträgt. Soll der Käse gefärbt werden, so giebt man mit dem Lab auch gleich die Käsefarbe zu. Nachdem man die Flüssigkeiten gründlich durchgemischt, überläßt man die Masse sich selbst, bis die Gerinnung eingetreten ist und der Bruch die erforderliche Festigkeit erlangt hat, worauf derselbe weiter verarbeitet wird.

Zur Bereitung der Käsefarbe, welche wie die Butterfarbe im Handel zu haben ist, verwendet man Saffran und den schon erwähnten Orlean. Ersterer wird in Alkohol, letzterer in alkoholischer Natronlauge gelöst.

Eine alkoholische Saffranlösung kann man sich nach Fleischmann leicht in olgender Weise darstellen: Man nimmt auf je 1 gr Saffran 20 cc eines Gemisches

von gleichen Teilen Wasser und Spiritus, worauf man die Masse vier bis fünf Tage bei gewöhnlicher Zimmertemperatur in einer verschlossenen Flasche, welche wiederholt geschüttelt wird, stehen läßt. Nach Ablauf dieser Zeit wird sie durch Leinwand filtriert. Das Färben von 100 kg Käse mit diesem Auszuge kommt auf etwa 25 Pfennig. Fleschhut-Immenstadt liefert flüssige Käsefarbe aus Saffran $^1/_2$ Liter zu 75 Pf.

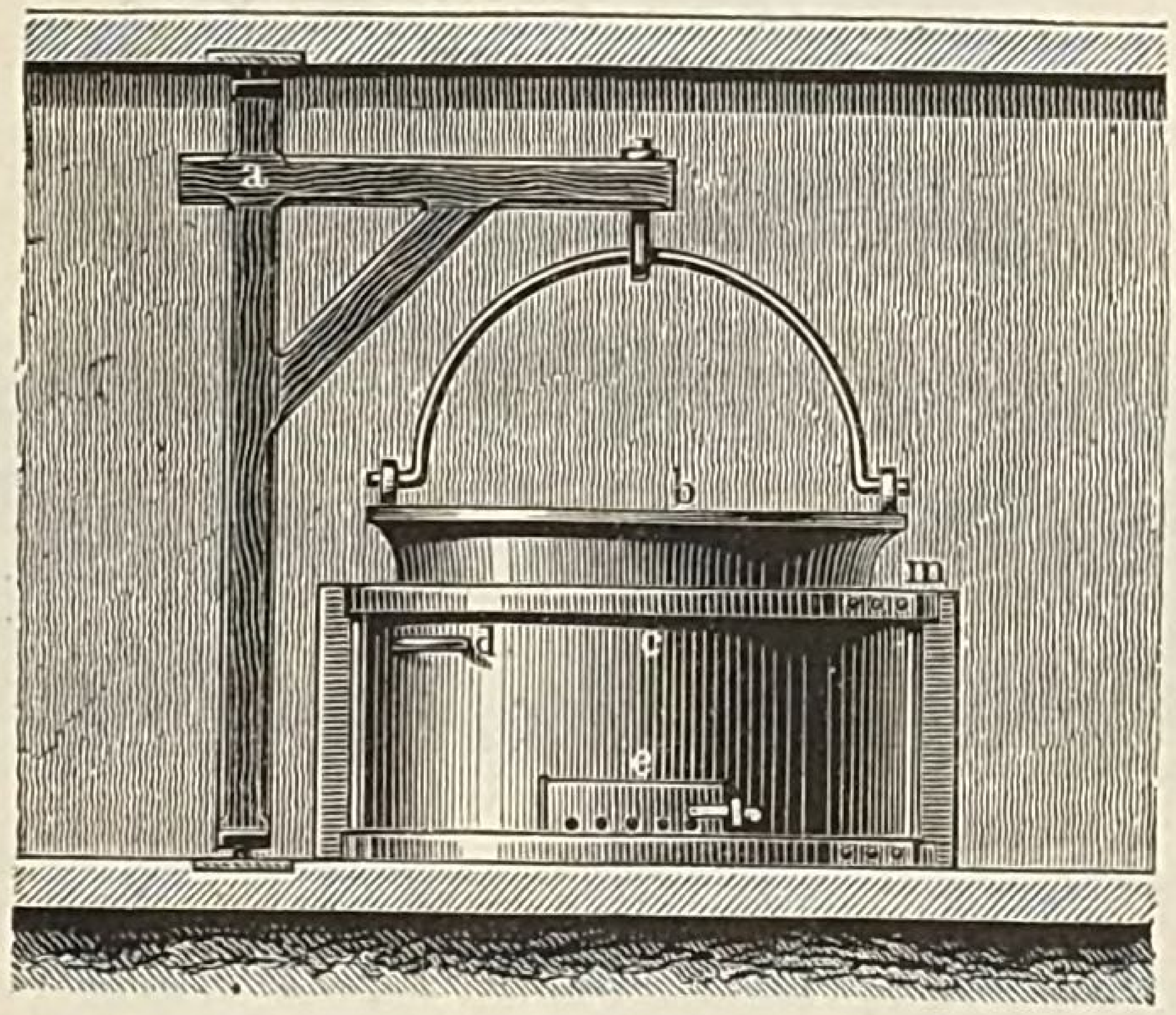


Fig. 249. Beweglicher Käsekessel mit fester Feuerstelle.

Die Erwärmung der Milch im Käsekessel (Käsebalgen) kann durch Heizen mit direktem Feuer, mit Dampf oder heißem Wasser erfolgen.

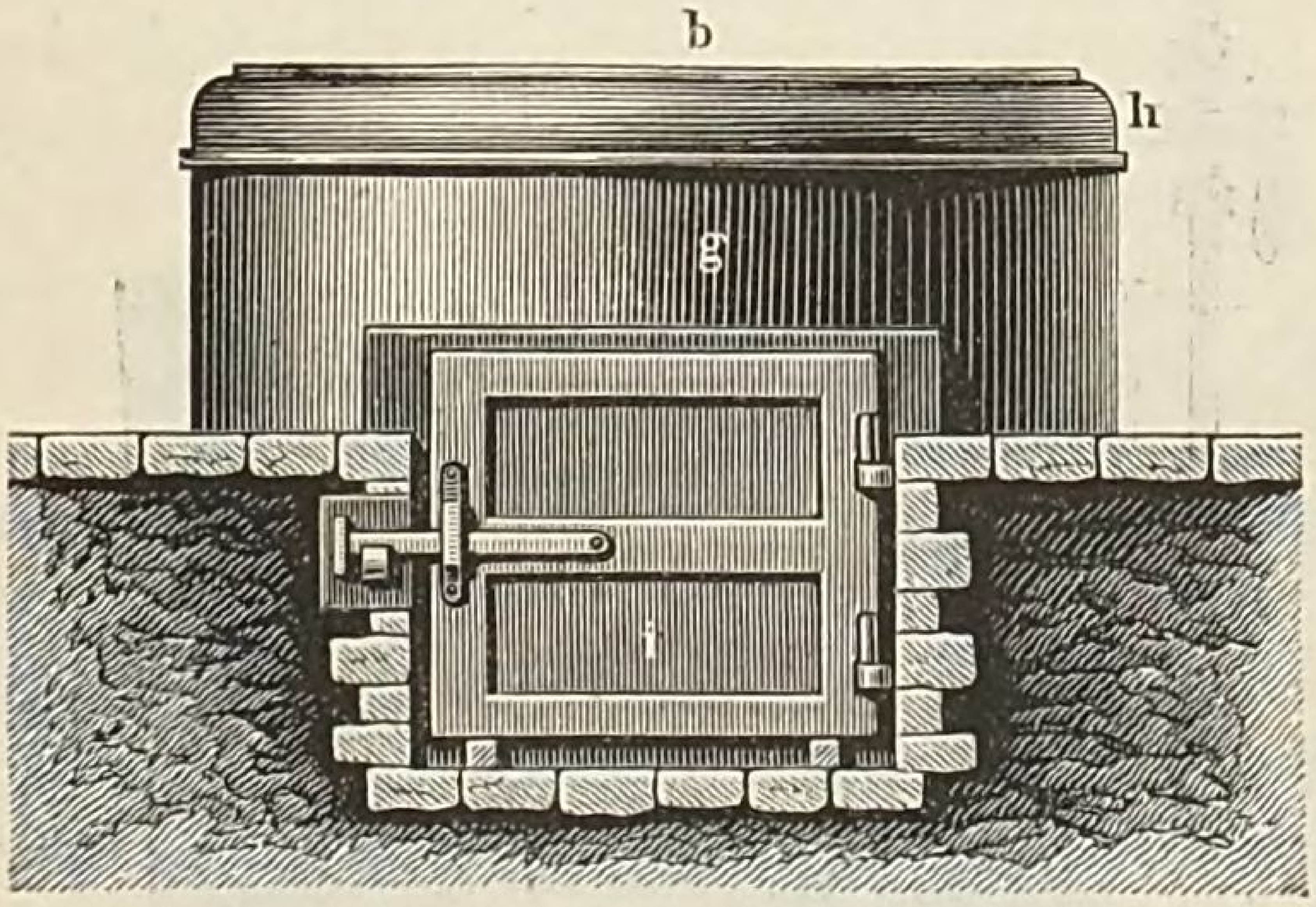


Fig. 250. Käsekessel mit beweglicher Feuerung.

Bei dem älteren primitiven Verfahren der direkten Feuerung wird der Kessel über einem offenen Feuer aufgehängt. Die Nachteile desselben, welche in einer schwierigen Temperaturregulierung, Unreinlichkeit und Verschwendung von Brennmaterial bestehen, brauchen wohl nicht weiter betont zu werden.

Man wendet daher neuerdings geschlossenes Feuer an und zwar entweder eine feste Feuerstelle mit Feuermantel und beweglichem Kessel, Fig. 249,

oder einen feststehenden, eingemauerten Kessel mit beweglicher Feuerung. Die letztere Vorrichtung ist die beste. Sie besitzt vor ersterer den Vorzug, daß die Ummauerung die Abkühlung des Kessels nach der Entfernung des Feuers verhindert, während der vom Feuer fortgezogene Kessel sehr rasch erkaltet. Die Einrichtung ist aus Fig. 250 u. 251 ersichtlich. g ist ein etwa 10 cm dicker, aus Back-

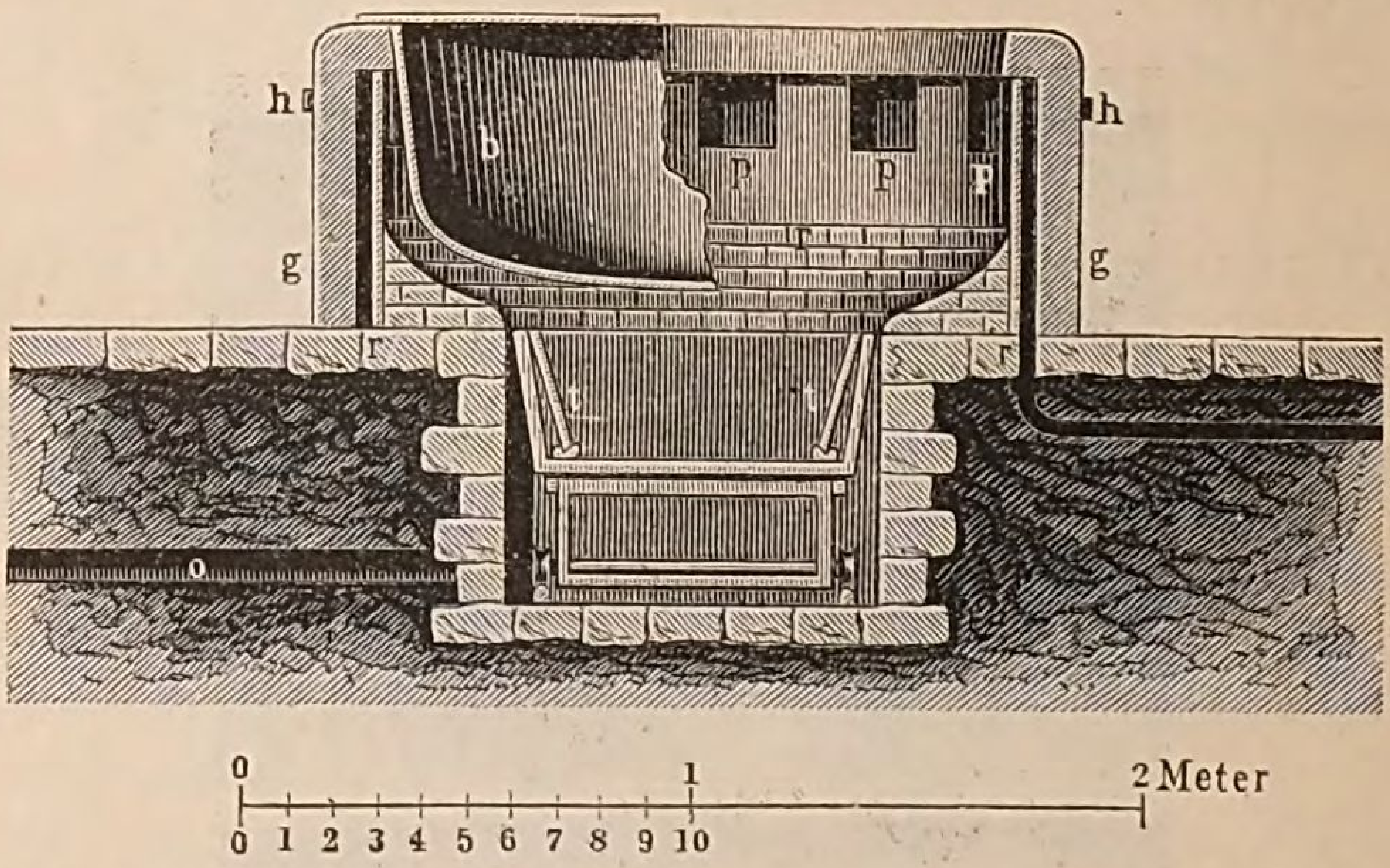


Fig. 251. Käsekessel mit beweglicher Feuerung. Senkrechter Schnitt.

steinen aufgemauerter Mantel, welcher durch den Eisenreif h zusammengehalten wird, und in welchem der Käsekessel b aufgehängt ist. Innerhalb des gemauerten Mantels g

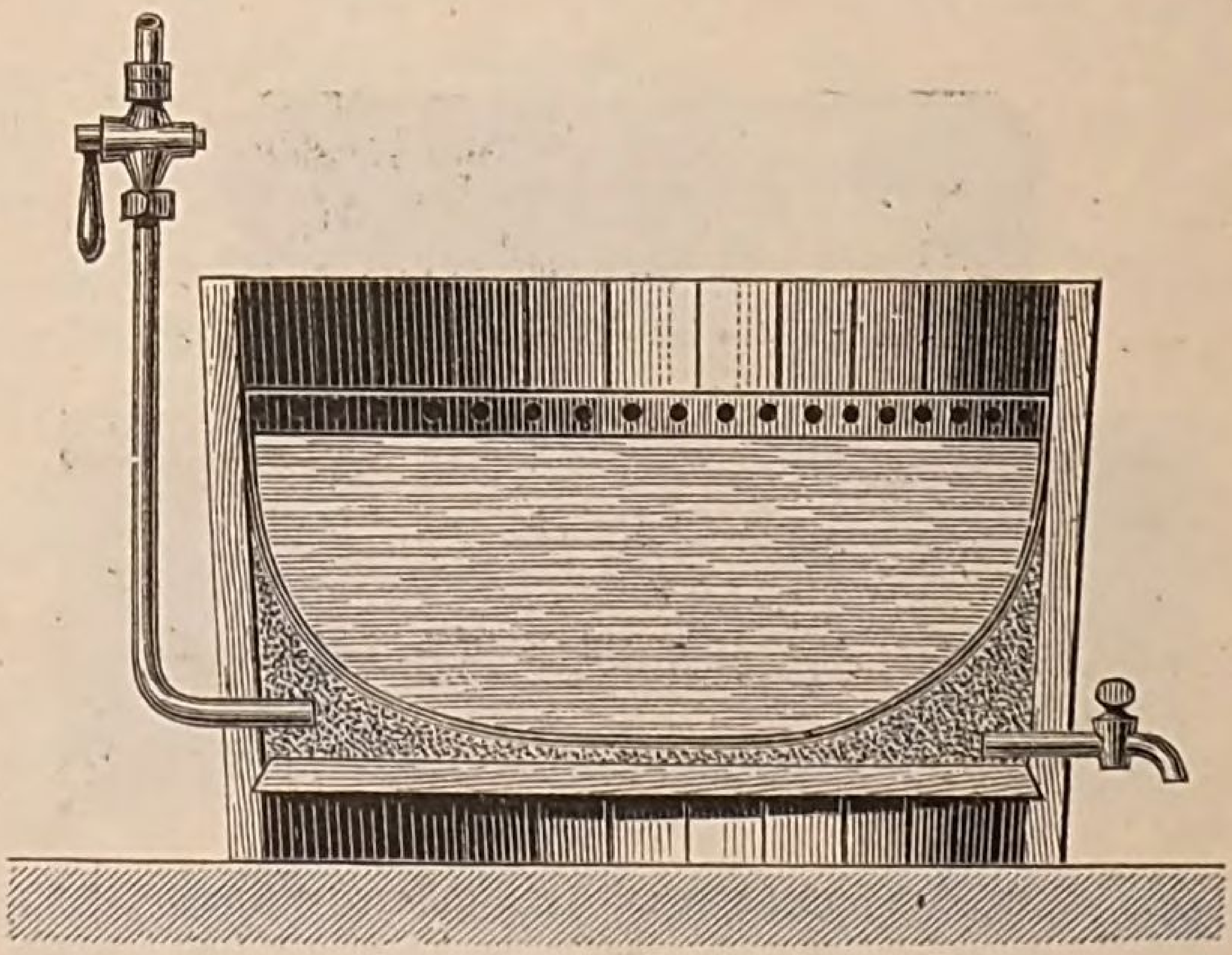


Fig. 252. Ahlbornscher Käsekessel mit Dampfheizung.

befindet sich die Feuerwand r, ein zweiter Mantel aus Eisenblech. In derselben sind am oberen Rande rechteckige Oeffnungen p ausgeschnitten (in Fig. 251 durch Weglassung eines Teiles des Kessels ersichtlich). Je eine solche Oeffnung p mündet in einen zwischen der Feuerwand r und der Mauerwand g durch eiserne Nerven

abgeteilten Raum. Die Wand des Kessels ist von der Feuerwand r 5 cm entfernt. Der Feuerwagen, welcher aus dem Feuerbehälter mit den schräg gestellten Wandungen t und dem Aschenkasten besteht, läuft auf zwei, in einem Kanal unter dem Kessel angebrachten Schienen. o ist der Luftzuführungskanal. Die Heizgase umspülen den Kessel von allen Seiten, treten durch die Oeffnungen p in den Raum zwischen r und g, um von da in den Rauchfang abzuziehen.

Zweckentsprechender als durch direkte Feuerung ist die Erwärmung der Milch durch Dampf oder heißes Wasser. Abgesehen von der damit verbundenen Ersparnis an Brennmaterial, da jede Art desselben Steinkohle, Braunkohle, Torf ꝛc. verwendet und unter dem Kessel besser ausgenutzt werden kann, ist die Arbeit des Dicklegens selbst durch die sichere Temperaturregulierung und das leicht auszuführende Nachwärmen des Bruches wesentlich erleichtert.

Am zweckmäßigsten bedient man sich zur Dampfheizung der in Fig. 252 abgebildeten Vorrichtung. Dieselbe besteht aus einem kupfernen Kessel, welcher in einen nach unten etwas verjüngten Holzbottich eingesetzt ist. Ein Dampfzuleitungsrohr führt den Dampf in den Raum unter dem Kessel. Durch den nahe über dem Boden angebrachten Hahn wird das Kondensationswasser abgelassen.

Zur Beschaffung des Dampfes dient entweder ein Dampfkessel, oder für kleinere Betriebe ein besonderer Dampfentwickler, bestehend aus einem kleinen, eingemauerten Kessel, dessen Deckel festgeschraubt und mit der nötigen Armatur, Sicherheitsventil und Rohrleitung versehen ist. Der Dampfdruck braucht indessen nicht mehr als 1 Atm. zu betragen.

Die Heißwasserheizung ist insbesondere in den amerikanischen Käsereien üblich. Man verwendet dort meist viereckige Käsewannen, in denen man bis zu 3000 Liter Milch verarbeiten kann. Vielfach verbreitet ist die Oneida-Käsewanne, welche aus einer viereckigen, inneren Wanne aus Zinkblech, und einer größeren, hölzernen zur Aufnahme des heißen Wassers dient.

Runde Käsekessel werden nicht größer genommen als für 1200 bis 1500 Liter Milch, da bei größeren Milchmengen eine gleichmäßige Bearbeitung des Bruches nicht mehr möglich ist.

Die Bearbeitung des Bruches im Käsekessel. Bei der Herstellung von Hartkäsen wird der Bruch im Käsekessel zerkleinert. Man bezweckt dadurch, den Molkengehalt des Bruches zu verringern und denselben zur Einfüllung in die Formen geeignet zu machen. Je nach dem Zeitpunkt, in welchem man diese Bearbeitung vornimmt, und je nach der Art und Weise, in welcher dieselbe geschieht, ob eine gröbere oder feinere Zerkleinerung stattfindet, kann man dem Bruche eine verschiedene Beschaffenheit erteilen. Man kann ihn trockener oder feuchter, härter oder weicher, zäh oder klebrig machen, wie es eben die betreffende Käsesorte gerade erfordert. Die Bearbeitung des Bruches ist daher eine sehr wichtige Operation, von welcher die spätere Beschaffenheit des Käses in hohem Grade abhängt.

Es haben sich nun wesentlich zwei Verfahren in der Bearbeitung des Bruches herausgebildet. Nach dem einen in den nördlichen Gegenden Europas üblichen wird der Bruch im Käsekessel selbst nur oberflächlich zerkleinert. Die weitere Bearbeitung erfolgt nach dem Abschöpfen der Molken außerhalb des Kessels mittels einer Bruchmühle.

Das andere sogenannte Schweizer Verfahren, auf welches sich auch die obigen Bemerkungen über den Einfluß der Bearbeitung auf die Beschaffenheit des Bruches beziehen, besteht darin, daß man den Bruch anfangs, so lange er noch weich und schwammig ist, vorsichtig mit einem Rührstock zerteilt, bis die einzelnen Stücke unter der fortdauernden Einwirkung des Labes mehr Festigkeit erlangt haben, worauf kräftiger durchgerührt wird. Schließlich muß der zerkleinerte Bruch in allen Teilen eine völlig gleichartige Beschaffenheit besitzen. Bei diesem Verfahren bleibt das von dem Kaseïn eingeschlossene Fett dem Bruch in höherem Grade erhalten, als dieses bei Anwendung einer Bruchmühle der Fall ist. Die Schweizer Käse sind daher auch meist fettreicher, als beispielsweise die nach Holsteiner Art hergestellten.

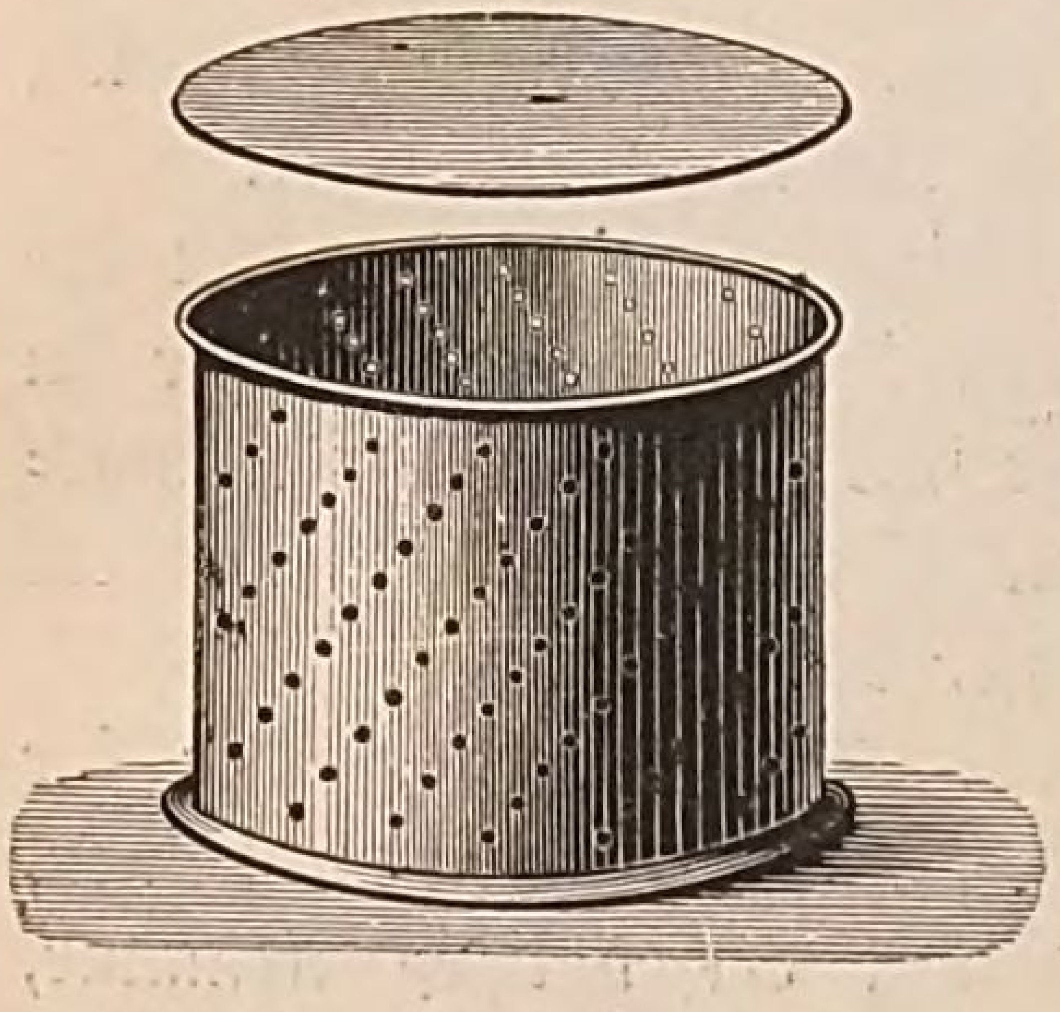


Fig. 253. Zylindrische Käseform.

Bei der schweizerischen Methode wird der Bruch aus den Molken gehoben und diese dann erst entfernt, bei allen andern Methoden verfährt man umgekehrt.

Bei der Herstellung besonders fettreicher und harter Käsesorten wird der Bruch während der Bearbeitung noch nachgewärmt, wobei die Temperatur nur um wenige Grade, oder auch sehr bedeutend (um 25°) gesteigert wird.

Bei den Weichkäsen findet meist keine Bearbeitung des Bruches statt. Die erforderliche geringe Festigkeit erlangen dieselben von selbst in den Formen durch freiwilligen Austritt der Molken.

Das Formen und Pressen der Käse. Den fertigen Bruch füllt man in Formen, welche je nach der zu erzielenden Käsesorte verschieden sind. Für rasch reifende Käse, welche bald in den Konsum gebracht werden sollen, wählt man kleine, für langsam reifende und haltbare Sorten große Formen. Die Formen für die bekanntesten Käse sind teils Blechzylinder, Fig. 253, welche mit Löchern versehen und oben und unten mit einem Deckel von Holz oder Blech verschließbar sind, teils Reifen von Buchenholz, Fig. 254, welche bald enger, bald weiter gestellt werden können. Die ersteren sind hauptsächlich im nördlichen Deutschland, die letzteren in den Alpenländern in Gebrauch.

Fig. 254. Käsereifen.

In den Formen wird der Käse unter die Presse gebracht. Es werden jedoch nicht alle Käse gepreßt, sondern nur harte und für eine längere Haltbarkeit bestimmte. Weichkäse werden nicht gepreßt.

Beim Pressen des Käses handelt es sich hauptsächlich darum, die den einzelnen Stückchen des Bruches anhaftenden Molken zu entfernen, aus dem Bruch selbst eine homogene Masse zu bilden und eine feste glatte Oberfläche herzustellen. Der Druck ist beim Pressen allmählich zu steigern und darf namentlich anfangs nicht zu stark sein. Durch einen zu frühzeitig gesteigerten Druck wird einerseits etwas von dem

eingeschlossenen Fett ausgepreßt, andererseits die im Innern befindliche Molke am Austritte gehindert.

Von einer guten Käsepresse verlangt man daher in erster Linie, daß sie eine allmähliche Steigerung und sichere Regelung des Druckes zuläßt, ferner, daß sie einfach zu handhaben sei.

Man wendet teils Hebel-, teils Schraubenpressen an. Erstere sind zweckmäßiger als die letzteren. In der Schweiz ist an Stelle der ursprünglich verbreiteten primitiven Hebelpresse vielfach die von Schatzmann vervollkommnete, und nunmehr allen Ansprüchen genügende Presse getreten.

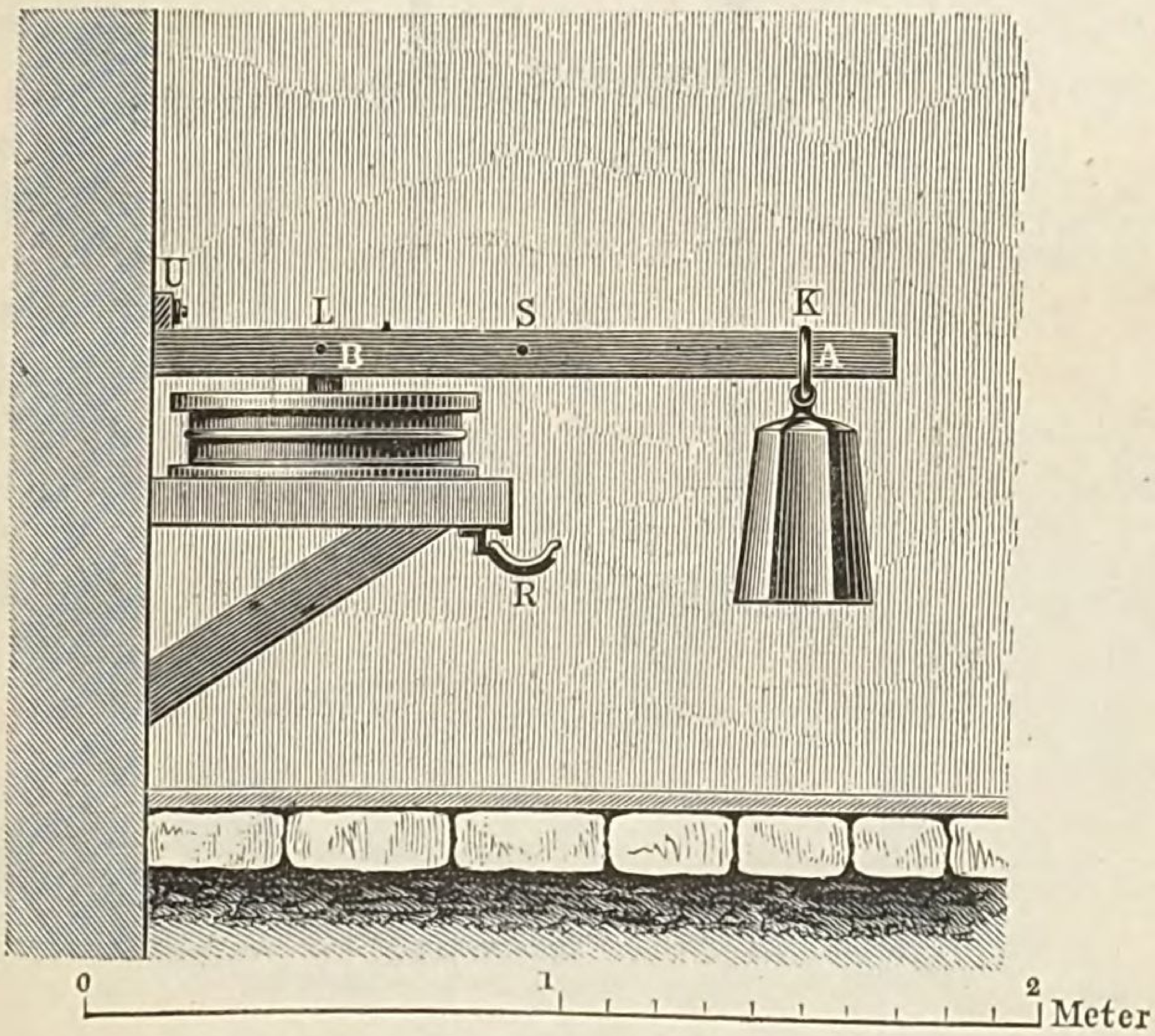


Fig. 255. Einfache Hebelpresse nach Fleischmann.

Eine einfache und vollkommen zweckentsprechende Käsepresse wird von Fleischmann empfohlen, Fig. 255.

Die Länge des Hebels beträgt von U bis K = 160 cm, von U bis L 36 cm; das Gewicht des eisernen Läufers A ist 50 kg. Demnach berechnet sich der Druck, welchen das Gewicht A auf den bei B befindlichen Käse ausübt, wie folgt:

$$D = \frac{UK}{UL} \times A = \frac{160}{36} \times 50 = 222.$$

Dieser Zahl ist noch der Eigendruck der Hebelstange mit 8 kg hinzu zu addieren, so daß sich der auf den Käse ausgeübte Gesamtdruck zu 230 kg ergiebt.

Von den zahlreichen anderen Käsepressen seien hier nur noch die sogenannten englischen Pressen mit doppeltem Hebel, Fig. 256, erwähnt, welche zwar kostspielig, aber sonst zweckmäßig sind, und wenig Raum beanspruchen. Um die Presse in Thätigkeit zu setzen, wird die Preßplatte mittels der Spindel soweit gesenkt, bis sie auf dem Käse aufliegt. Die Schraubenmutter, in welcher die Spindel sich bewegt, lagert auf dem oberen Querbalken. Dreht man nun die Spindel, nachdem die

Preßplatte bereits den Käse berührt hat, weiter, so hebt sich die über dem Querbalken liegende Schraubenmutter und setzt dadurch die Hebelvorrichtung in Thätigkeit. Dieselbe besteht aus einer kürzeren Hebelstange, welche direkt auf der Schraubenmutter aufliegt, und einer längeren, welche einerseits mit der kürzeren verbunden ist, andererseits ein Gewicht trägt. In der unteren Hebelstange sind Oeffnungen vorhanden, in welche behufs Verlängerung oder Verkürzung der Hebelarme Stifte gesteckt werden können, wodurch der Druck sich regulieren läßt.

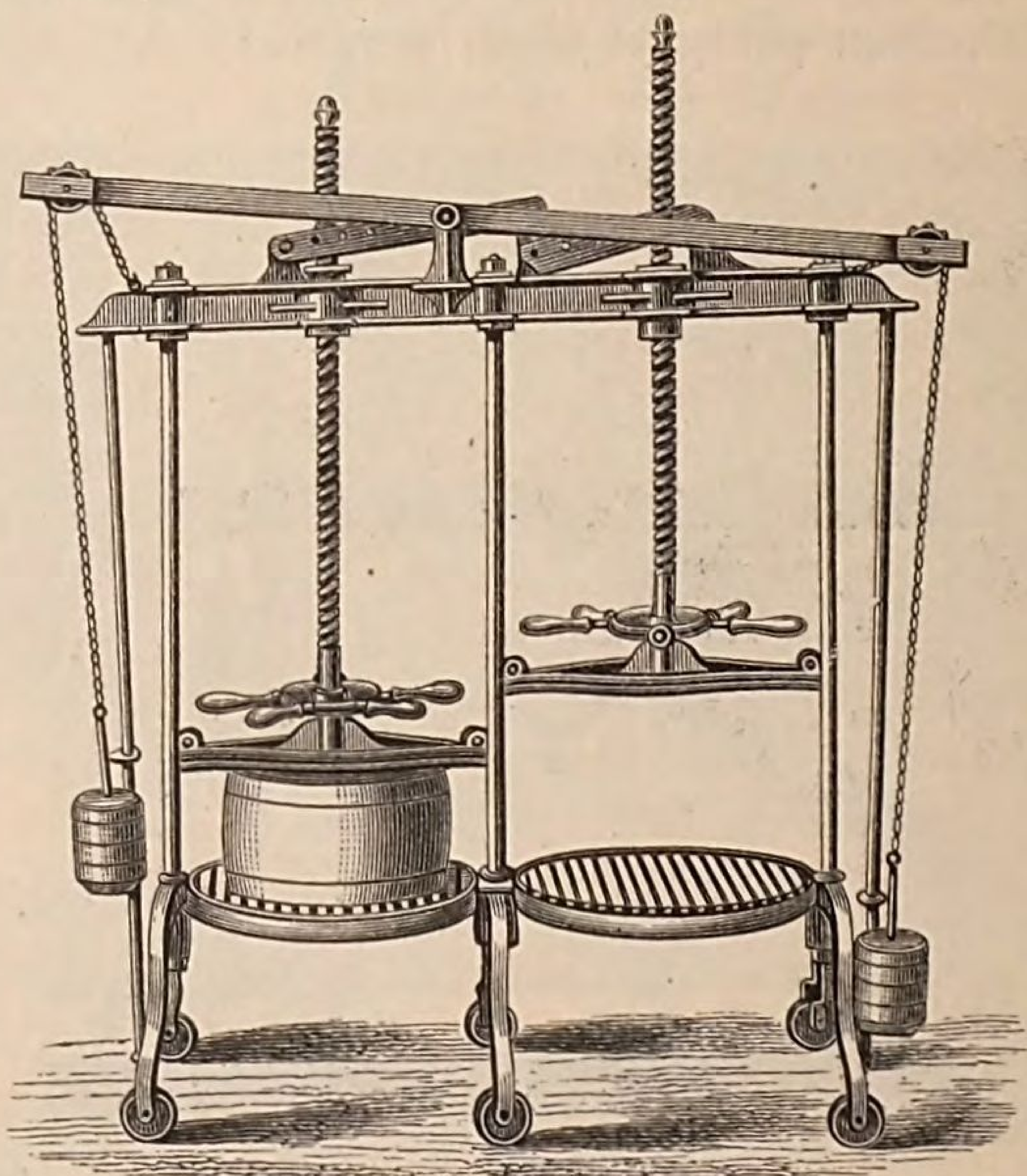


Fig. 256. Englische doppelte Käsepresse von E. Ahlborn.

Was die Stärke des Druckes betrifft, den man beim Pressen der Käse anwendet, so ist derselbe verschieden, je nach der Käsesorte. Größere Käse werden stärker gepreßt als kleinere, Magerkäse stärker als Fettkäse. Im Sommer preßt man zuweilen etwas stärker als im Winter.

Bestimmte Angaben über die Stärke der Pressung bei verschiedenen Käsesorten liegen nur sehr vereinzelt vor. Für die nach Schweizer Art bereiteten Käse macht Fleischmann folgende Angaben: Man steigert den Maximaldruck auf je 1 kg Käse:

Bei den	50—100 kg	schweren	Emmenthaler Käsen	auf 15—24 kg
	40—70 „	„	Algäuer Rundkäsen	„ 8—10 „
	30—40 „	„	Battelmattkäsen in Oesterreich	auf 4—6 kg
	14—20 „	„	Magerkäsen	auf 12—18 kg.

Um einen möglichst gleichmäßigen Wassergehalt in der ganzen Masse herzustellen, müssen die Käse unter der Presse wiederholt gewendet werden, anfangs häufiger, später in größeren Zwischenräumen. Dabei wird das Käsetuch, mit welchem man die Form ausgekleidet hat, wiederholt erneuert. Der höchste Druck

wird nach etwa 6—8 Stunden erreicht. Nach 24 Stunden ist die Pressung meist vollendet.

Nicht ohne Einfluß auf die spätere Beschaffenheit des Käses ist die im Preßraume herrschende Temperatur, welche nicht unter 10° C und nicht über 20° C betragen soll. Bei zu niedriger Temperatur kühlt der Käse zu stark ab, wodurch die Reifung verzögert werden kann, bei zu hoher Temperatur kann umgekehrt die Gärung schon unter der Presse beginnen.

Der aus der Presse genommene Käse wird gewogen, um die Ausbeute aus der verarbeiteten Milchmenge feststellen zu können. Große Käse werden mit einer Nummer versehen, welche man am zweckmäßigsten mit Tinte oder mit einer schwarzen, aus Oel und Kienruß dargestellten Farbe malt. Das Einpressen der Nummern ist nach Fleischmann nicht empfehlenswert, weil der Käse dabei an den betreffenden Stellen leicht Risse erhält.

Das Salzen der Käse. Die Käse werden gesalzen zur Verbesserung des Geschmackes. Der Salzgehalt erhöht aber auch die Haltbarkeit und beeinflußt bis zu einem gewissen Grade den Reifungsprozeß.

Man unterscheidet drei Arten des Salzens:

1. Das Salzen im Teige, wobei man den Bruch, ehe er in die Formen gebracht wird, mit Salz vermischt. Dieses einfache und bequemste Verfahren wendet man meist nur für geringwertige Magerkäse an. Man begiebt sich bei demselben der Möglichkeit, fernerhin den Reifungsprozeß durch Salz zu beeinflussen.

2. Das Beizen in Salzlake. Hierbei werden die gepreßten Käse mehrere Tage in eine gesättigte Salzlake gelegt. Dabei nimmt die Oberfläche viel Salz auf, während dasselbe nur sehr langsam in das Innere dringt. Infolgedessen verläuft der Reifungsprozeß im Innern häufig anders als in den äußeren Schichten; ferner bildet sich eine starke Rinde, welche beim Konsum viel Abfall liefert. Doch treten diese Uebelstände nur beim Beizen größerer Käse hervor.

Durch das Beizen verlieren die Käse an Gewicht. Nach Fleischmann beträgt der Gewichtsverlust, welchen ein Magerkäse von 15 kg Gewicht bei viertägigem Liegen in der Salzlake erleidet, etwa 5—6 pCt.

3. Das Trockensalzen. Bei dieser Art des Salzens werden die Käse, welche man nach dem Pressen noch einige Tage trocknen ließ, auf ihrer ganzen Oberfläche mit Salz eingerieben. Je nach der Käsesorte wird diese Operation einmal oder wiederholt ausgeführt. Kleine Käse, wie Neufchatel, werden nur einmal mit Salz bestreut, größere Käse mehrere Male und die großen Emmenthaler z. B. werden während mehrerer Wochen und selbst Monate hindurch gesalzen. Bei diesen Käsen kann man durch das Trockensalzen den Reifungsprozeß und die Beschaffenheit des Käses beeinflussen. Ferner bietet dieses Verfahren den Vorteil, daß man jeden Käse täglich oder wenigstens mehrere Male wöchentlich unter die Hand bekommt und dadurch Gelegenheit hat, auf etwaige Fehler und abnorme Erscheinungen aufmerksam zu werden und rechtzeitig verbessernd einzugreifen. Als weiterer Vorzug erscheint, daß die Käse nur eine dünne Rinde ansetzen.

Für Hartkäse kommen alle drei Arten des Salzens zur Anwendung und zwar nur eine derselben allein oder auch zwei, namentlich die beiden zuletzt erwähnten. Weichkäse werden nur trocken gesalzen.

Der Salzgehalt der fertigen Käse schwankt nach den vorliegenden Analysen von 1—5 pCt.

Das Reifen der Käse. Das Reifen der Käse besteht in einer Reihe mehr oder weniger rasch verlaufender Veränderungen in der chemischen und physikalischen Beschaffenheit der Käsemasse, wodurch dieselbe erst jene Eigenschaften erlangt, welche den Käse konsumfähig machen.

Ueber die Ursachen des Reifens der Käse geben erst Untersuchungen der neueren Zeit einige Aufklärung, indem man fand, daß der Reifungsprozeß durch Mikroorganismen veranlaßt werde.

Diese Erkenntnis, welche in der Käsereitechnik zweifellos noch eine wichtige Rolle zu spielen berufen ist, verdankt man insbesondere den Arbeiten von Duclaux, Benecke, Adametz u. a.

Duclaux wies nach, daß beim Reifen des Cantalkäses, welcher in Südfrankreich hergestellt wird, zehn Bakterienarten beteiligt sind, nämlich: Tyrothrix tenuis, T. filiformis, T. distortus, T. geniculatus, T. turgidus, T. scaber, T. virgula, T. urocephalum, T. claviformis und T. catenula. Die letzteren drei sind anaërobe, die übrigen aërobe Arten.

Adametz machte eingehende Studien über die Mikroorganismen, welche beim Reifungsprozeß des Emmenthaler Käses, sowie beim sogenannten Hauskäse eine Rolle spielen. Merkwürdigerweise fand er unter der großen Zahl von Bakterienarten, welche hieran beteiligt sind, keine einzige der Duclauxschen Tyrothrixformen. Dagegen trat beim Emmenthaler Käse überwiegend eine Bazillenart (Bac. No. XIX) auf, welche zweifellos zur Gruppe der Milchsäurebakterien gehört. Auf Peptongelatine rein gezüchtet, brachte diese Art einen leisen aber sehr charakteristischen und angenehmen Käsegeruch hervor. Adametz stellte auch Beobachtungen über die Vermehrung der Bakterien beim Reifungsprozesse an: während 1 gr der frisch aus der Presse kommenden Käsemasse 90000—140000 Bakterien enthielt, stieg diese Anzahl im reifen Emmenthaler auf 850000 und in den äußeren Schichten beim reifen Hauskäse bis auf 5,6 Millionen. Noch höhere Resultate für den Emmenthaler Käse erhielt v. Freudenreich, welcher oft schon bis zu 1,8 Millionen Keime in der frischen Masse vorfand. Zweifellos hängt die größere oder geringere Anzahl der in der Käsemasse vorkommenden Bakterien von der mehr oder weniger sorgfältigen und reinlichen Behandlung der Milch ab.

Beim Hauskäse wurde gezeigt, daß bei Luftabschluß jene weiche gallertige Randschicht, welche für das Reifestadium dieser Käse charakteristisch ist, nicht zur Entwicklung kommt. Es bedürfen somit die hier in Frage kommenden Bakterien des freien Sauerstoffes, um in der für den Reifungsprozeß erforderlichen Weise zur Geltung zu kommen.

Noch stehen wir in den ersten Anfängen der Forschung über die Abhängigkeit des Reifungsprozesses der Käse von Bakteriengärungen. Es ist jedoch zu erwarten, daß es bei fortgesetzter Arbeit gelingen wird, die für die einzelnen Käsesorten in Betracht kommenden spezifischen Bakterienarten zu ermitteln, ein Ergebnis, welches für die Käsefabrikation natürlich von hervorragender praktischer Bedeutung sein wird.

In Bezug auf die chemische Seite des Reifungsprozesses verdanken wir interessante Aufschlüsse den Untersuchungen, welche Röse, U. Weidmann, E. Schulze und F. Benecke über den Reifungsprozeß des Emmenthaler und einiger anderer

Schweizerkäse anstellten. Der Hauptbestandteil des frischen Käses, der Käsestoff, das Parakaseïn Schulzes, wird danach in höherem oder geringerem Grade in einen seinen Eigenschaften nach zwischen den Eiweißstoffen und Peptonen stehenden Körper — das Kaseoglutin — umgewandelt. Daneben findet eine tiefgreifendere Spaltung der Eiweißstoffe in Leucin, Tyrosin, Phenilamidopropionsäure und Ammoniak statt. Nur das Leucin ist in relativ erheblicher, die übrigen drei Stoffe nur in sehr geringer Menge vorhanden. Ebenso enthalten die reifenden Käse nur sehr wenig Peptone.

Das in frischem Käse enthaltene Nuclëin, welches von den Verdauungssäften nicht angegriffen wird, fällt, wie es scheint, größtenteils der Zersetzung durch die Gärung anheim.

Der in geringer Menge vorhandene Milchzucker wird beim Reifungsprozeß völlig vergoren.

Eine irgendwie nennenswerte Spaltung des Fettes findet nicht statt. Ebenso ist eine Neubildung von Fett aus Eiweißstoffen, wie Blondeau eine solche beim Reifen der Roquefortkäse gefunden haben will, höchst unwahrscheinlich.

Der Wassergehalt des Käses wird beim Reifen sehr vermindert, hauptsächlich durch Verdunstung, in geringem Maße auch durch chemische Bindung des Wassers. Bei den wasserreichen Weichkäsen ist die Abnahme natürlich größer— bis zu 50 pCt. der ursprünglich vorhandenen Wassermenge — als bei den Hartkäsen.

Während bei den Hartkäsen das Reifen in der ganzen Masse gleichmäßig stattfindet, geht bei den Weich- und Sauermilchkäsen der Prozeß von außen nach innen vor sich.

Für den guten Verlauf des Reifungsprozesses von Bedeutung ist die Beschaffenheit der Reifungsräume, deren man mindestens zwei, und für die feineren Käsesorten drei benötigt: nämlich für die feinen fetten Hartkäse die Trockenstube und je einen Raum für die jungen und einen für die älteren Käse, für feine weiche Fettkäse den Salzraum, den Trockenraum und den eigentlichen Reifungsraum.

Die Käse lagern auf hölzernen Platten, welche auf Holzgestellen in mehreren Reihen übereinander untergebracht sind. Da der Reifungsprozeß auf Bakteriengärungen beruht, letztere aber bekanntlich von den Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen und vom Luftzutritte wesentlich beeinflußt werden, so begreift es sich, daß die Regelung der Luftwärme, die Beobachtung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft und die Ventilation der Räume für den normalen Verlauf des Reifens der Käse sehr wichtig ist. Junge Käse lagert man wärmer und trockener als ältere, welche eine feuchte Luft verlangen. Im allgemeinen soll die Temperatur in den Reifungsräumen 10° C nach abwärts und 20° C nach aufwärts nicht überschreiten, während der Feuchtigkeitsgrad 80—95 pCt. betragen soll. Zur Kontrole des letzteren wird von Fleischmann das Psychrometer von August empfohlen. Die Kenntnis des Feuchtigkeitsgrades giebt gewisse Anhaltspunkte an die Hand für das Arbeiten in der Käseküche und die Behandlung des Käses im Keller.

Zur Regelung der Temperatur müssen die Räume heizbar sein. Für die Zwecke der Lufterneuerung muß eine geeignete Ventilationsvorrichtung vorhanden sein.

Käsefehler. Durch abnorme Reifungsvorgänge, welche gleichfalls durch Bakterien und andere Mikroorganismen hervorgerufen werden, entstehen verschiedene Käsefehler, welche den Verkaufswert der Käse wesentlich herabdrücken oder den Käse ganz unverkäuflich machen. Solche Vorgänge sind:

Das Blähen der Käse, eine bei den wertvollen Hartkäsen auftretende, höchst unliebsame Erscheinung, welche in einer starken Gasentwicklung im Innern der Käsemasse besteht, so daß sich in derselben große Hohlräume bilden und der Käse oft bis zum Bersten ausgedehnt wird. Solche Käse trocknen rasch aus und besitzen stets einen unangenehmen Geschmack.

Diese Erscheinung wird durch verschiedene Spaltpilze hervorgerufen, welche den Milchzucker unter Bildung gasförmiger Produkte zu vergären vermögen. So gelang es Adametz aus einer Milch, welche geblähte Käse lieferte, einen Mikrokokkus rein zu züchten, der in geringer Menge der zu verkäsenden Milch zugesetzt, nachher Blähung bewirkte. Ferner zeigte v. Freudenreich, daß drei einander nahe stehende Bakterienarten, welche Guillebeau als Erreger einer akuten Euterentzündung der Kühe erkannte, ebenfalls intensive Blähungen verursachen können.

Auch die Milchzucker vergärenden Hefearten können unter Umständen Blähungserscheinungen hervorrufen.

Das Blauwerden der Käse, das Schwarzwerden derselben, das Auftreten roter Flecke an der Oberfläche, das Rotwerden der Käse im Innern, alle diese Erscheinungen werden gleichfalls durch Mikroorganismen verursacht.

Alter Käse, namentlich Weichkäse, zeigt zuweilen giftige Eigenschaften. Dieselben sind jedenfalls auf die Anwesenheit von Ptomainen zurückzuführen, welche durch die Thätigkeit gewisser Bakterien entstanden sind.

Außer durch Mikroorganismen wird der Käse zuweilen auch durch tierische Parasiten gefährdet. So können im Sommer gewisse Fliegenarten, deren Maden im reifenden Käse leben, sehr lästig werden.

Insbesondere ist hier die Käsefliege (Piophila casei) zu nennen. Man sichert sich gegen dieselbe am besten durch die Anbringung von Fliegengittern an den Fenstern und dadurch, daß man die Thüren niemals offen stehen läßt. Zur Vertilgung der Maden empfiehlt Fleischmann, die Käse in einen lauwarmen Absud von starkem Pfeffer zu tauchen.

Während die Maden haupsächlich in Weichkäse vorkommen, werden härtere Käse von der Käsemilbe (Tyroglyphus siro u. longior) heimgesucht. Durch Bepinseln der Käse mit Alkohol und Schwefelkohlenstoff sind die Käsemilben leicht zu vertilgen.

Die Molken und deren Verwertung.

Die flüssigen Rückstände der Käsebereitung bezeichnet man im allgemeinen als Molken. Je nach der Beschaffenheit der verwendeten Milch und der Art der Käsebereitung besitzen die Molken eine sehr verschiedene Zusammensetzung. Fleischmann sucht zweckmäßig diese Verschiedenheit in der Bezeichnung zum Ausdruck zu bringen, indem er die Flüssigkeit, welche bei der Labkäserei nach Entfernung des Käsestoffs noch im Käsungsgefäße zurückbleibt, Käsemilch nennt, da sich aus ihr noch Butter (Vorbruchbutter) und Zigerkäse gewinnen läßt.

Die nunmehr zurückbleibende Flüssigkeit stellen dann die eigentlichen Molken dar. Der Rückstand der Sauermilchkäserei kann dann als Quargmolken bezeichnet werden.

Für die mittlere Zusammensetzung dieser drei Abfallprodukte giebt Fleischmann folgende Werte an:

	Käsemilch	Molken	Quargmolken
Wasser	93,15 pCt.	93,31 pCt.	93,13 pCt.
Fett	0,35 „	0,10 „	0,12 „
Stickstoffsubstanz	1,00 „	0,27 „	1,06 „
Milchzucker und Milchsäure .	4,90 „	5,85 „	4,87 „
Aschen-Salze	0,60 „	0,47 „	0,82 „

Vorbruchbutter. Die Gewinnung von Vorbruch- oder Molkenbutter erfolgt nur bei der Bereitung von Hartkäsen aus ganzer Milch oder aus einem Gemisch von dieser und halb abgerahmter. Man verfährt dabei in zweierlei Weise.

Nach dem älteren Verfahren erhitzt man die Käsemilch auf 68—75° C, setzt etwa 1 pCt. gesäuerter Molken zu und steigert die Temperatur auf 87—90° C. Dabei bildet sich ein weißlicher, fettreicher Schaum, der sog. Vorbruch, welchen man abschöpft und verbuttert. Das neuere Verfahren, welches sich immer mehr ausbreitet, besteht darin, daß man die Käsemilch ohne Anwendung von Wärme nach Swartzscher Art aufrahmen läßt oder dieselbe mit der Zentrifuge entfettet. Die auf die eine oder andere Art erhaltene fetthaltige Masse wird verbuttert. Die Vorbruch- oder Molkenbutter steht der Rahm oder Milchbutter an Wohlgeschmack nach.

Der Ziger besteht vorwiegend aus dem Albumin der Milch, welches durch Ansäuern mit saurer Molke und Erhitzen zum Sieden aus der Käsemilch ausgeschieden wird. Der frisch ausgepreßte Ziger wird entweder in frischem oder geräuchertem Zustande genossen oder nach Art der Magerkäse gepreßt und einige Tage in Salzwasser gelegt.

An Erzeugnissen aus den Molken sind außer der Vorbruchbutter und dem Ziger noch zu erwähnen der Mysost und der Milchzucker. Den Mysost gewinnt man hauptsächlich in Norwegen durch Eindicken der Molken, den Milchzucker namentlich in den Alpengegenden.

In den meisten Fällen werden jedoch die Molken durch Verfütterung an Schweine verwertet.

Die Käsesorten.

Die ungemein zahlreichen Käsesorten des Handels, welche in überwiegender Menge aus Kuhmilch, in geringerer Anzahl aus Schaf-, Ziegen- rc. und gemischter Milch hergestellt werden, lassen sich bezüglich ihrer Bereitungsweise in zwei Hauptgruppen einteilen: in Lab- und in Sauermilchkäse. Erstere zerfallen wieder in Weich- und Hartkäse. Aus ganzer Milch bereitete Käse bezeichnet man als fett, solche aus einem Gemisch von ganzer und entrahmter Milch als halbfett und die aus letzterer bereiteten als Magerkäse.

In Bezug auf die Bereitung der einzelnen Käsesorten auf die Fachlitteratur verweisend, müssen wir uns hier auf eine einfache Aufzählung und allgemeine Charakteristik der wichtigeren Sorten beschränken.

I. Labkäse.

a) Weichkäse. Dieselben besitzen neben einem hohen Wassergehalt meist einen hohen Fettgehalt. Das Dicklegen erfolgt bei verhältnismäßig niedriger Temperatur und langer Gerinnungszeit. Der Bruch wird zerteilt und in Formen gefüllt, in welchen man die Molken abtropfen läßt. Ein eigentliches Pressen findet nicht statt. Nach dem Abtropfen wird der Käse gesalzen, getrocknet und darauf dem Reifungsprozesse überlassen, welcher von außen nach innen verlaufend rasch von statten geht. Beim Reifen mancher Weichkäse spielen gewisse Schimmelpilze eine Rolle, welche beim Hartkäse nicht vorkommen, so z. B. beim Reifen des Roquefortkäses, welchem man die Sporen dieser Pilze direkt einverleibt.

Die Weichkäse müssen verzehrt werden, sobald sie reif sind.

Einzelne Sorten derselben werden auch in völlig frischem Zustande genossen.

Die Fabrikation feiner Weichkäse ist insbesondere in Frankreich entwickelt*). Viele der dort erzeugten Sorten besitzen einen Weltruf und erzielen hohe Preise. Unter diesen sind in erster Linie zu nennen der Camembert, der Brie und der Bondonkäse.

Der Camembert, ein Fettkäse, ist einer der vollkommensten Käse. Seine Bereitung erfordert die größte Sorgfalt und lange Erfahrung. Er wird besonders in gewissen Bezirken von Calvados und l'Orne hergestellt. Die Käschen sind zylindrisch 3 cm hoch, bei einem Durchmesser von 10 cm und wiegen 300 g. Bei der Reifung sind Schimmelpilze beteiligt.

Der Käse von Brie (Fromage de Brie) ist eines der wichtigsten landwirtschaftlichen Produkte Frankreichs. Er wird hauptsächlich in den Departements Seine et Marne, Marne, Seine et Oise, Meuse, Oise, Aisne u. a. erzeugt.

Der Brie ist ein runder Käse von 30—40 cm Durchmesser und 2—4 cm hoch. Man verwendet entweder Vollmilch, halbentrahmte oder Magermilch. Der echte Brie ist ein Fettkäse.

Zu den Bondonkäsen gehören der Neufchâtel, Malakoff und Gournay. Der Neufchâtel wird im Departement Seine-Inferieure in größtem Maßstabe hergestellt. Man unterscheidet zwei Arten:

1. Fetter Neufchâtel oder Bondon im engeren Sinne;
2. Magerer Neufchâtel.

Die Bondonkäse sind zylindrisch, 7 cm hoch, von 5 cm Durchmesser 0,12 kg schwer.

Von geringerer Bedeutung sind der Pont l'Évecque, Geromé, Mont d'Or u. a.

---

*) Die Herstellung der französischen Weichkäse. Nach französischen Originalquellen bearbeitet von J. Lützen. Bremen, M. Heinsius Nachf. 1890.

In der belgischen Provinz Lüttich, namentlich bei Herve, wird der Limburger Käse hergestellt. Derselbe ist backsteinförmig, 0,6—1,15 kg schwer und aus ganzer oder halbfetter Milch bereitet. Die Käse werden vielfach nachgeahmt. Eine solche Nachahmung sind die Algäuer Backsteinkäse, welche meist aus Magermilch erzeugt werden. Die Herstellung dieser Käse hat Fleischmann eingehend beschrieben.

Ebenfalls ein belgischer und im Algäu nachgeahmter Käse ist der Remoudou (Romatur, Romendour). Die Käse sind 11—12 cm lang, 4—5 cm hoch und breit und haben ein Gewicht von 0,5 kg.

Nach Limburger Art bereitet werden die österreichischen Käse: Schwarzenberger, Mariahofer und Hagenberger Schloßkäse.

Italienische Weichkäse sind der Gorgonzola und Stracchino. Beide werden in ähnlicher Weise aus Vollmilch bereitet. Erstere sind zylindrisch, die letzteren teils zylindrisch, teils quadratisch. Als englischer Vertreter dieser Gruppe ist der Stiltonkäse zu nennen, welcher aus mit Rahm versetzter Vollmilch gewonnen wird.

Aus Schafmilch bereitete Weichkäse sind die Brinsenkäse, welche in den Karpathen hergestellt werden. Dem Brinsenkäse sehr ähnlich ist der Liptauer.

Auch aus Ziegenmilch werden in verschiedenen Gegenden Deutschlands, Oesterreich-Ungarns, Frankreichs und der Schweiz Weichkäse gewonnen.

b) Hartkäse. Das Dicklegen der Milch geschieht mit größeren Labmengen bei höherer Temperatur und in kürzerer Zeit als bei der Bereitung von Weichkäsen. Dadurch und durch ein Nachwärmen des Bruches bei der Bearbeitung im Käsungsgefäße erhalten die Käse ihre feste Beschaffenheit. Der geformte Bruch wird meist gepreßt. Die Hartkäse werden größer und schwerer gemacht als die Weichkäse. Sie reifen langsamer. Die Reifung dauert im allgemeinen 4—12 Monate und verläuft gleichmäßig in der ganzen Masse. Die Käse erlangen dabei zum Teil eine große Haltbarkeit, welche sie besonders für den Export geeignet macht.

Die berühmtesten und feinsten unter allen fetten Hartkäsen sind die Emmenthaler Käse, welche ursprünglich nur im Emmenthale im Kanton Bern bereitet wurden. Die mühlsteinförmigen Käse haben meistens 70—80 cm Durchmesser, sind 10—13 cm hoch und wiegen 50—65 kg. Es kommen jedoch auch Käse von 100—125 kg vor. Ihre Herstellung erfordert viel Sorgfalt und Sachkenntnis. In normalem Emmenthaler kommen zahlreiche mehr oder weniger regelmäßig begrenzte Hohlräume vor, die bekannten Augen. Je nachdem dieselben nun entweder garnicht oder in anormaler Größe und Form vorhanden sind, unterscheidet man folgende fehlerhafte Käse: Gläsler mit nur wenigen normalen Augen und scharfen Rissen im Innern, Nißler mit kleinen unregelmäßigen Hohlräumen, geblähte Käse mit sehr großen unregelmäßigen Hohlräumen, und blinder Käse, welche fast gar keine Augen haben.

Nach Emmenthaler Art werden in der Schweiz noch bereitet: der Greyerzer Käse oder Groyer, der Spalenkäse, der Saanenkäse, der schweizer Magerkäse u. a.

In Deutschland werden im bayrischen Algäu Rundkäse nach Emmenthaler Art hergestellt.

Von deutschen Hartkäsen sind noch anzuführen: der Tilsiter Käse, ostpreußische, meist fette Käse, zylindrisch, 3—13 kg schwer, nicht gepreßt, Rabener Käse, flache zylindrische Käse aus süßer Magermilch, von Fleischmann in Mecklenburg eingeführt, und die holsteiner Käse.

Von den französischen Hartkäsen ist der Cantalkäse der bekannteste. Derselbe wird im Departement Puy-de-Dôme, Cantal und Aveyron meist aus ganzer Milch bereitet, zylindrisch, von sehr wechselnder Größe, 20—60 kg schwer.

Ein berühmter englischer Käse ist der Chesire- oder Chester-Käse, aus ganzer Milch bereitet, zylindrisch, 8—50 kg schwer. Diesem sehr ähnlich sind der Gloucester- und der Leicester-Käse. Zu erwähnen ist ferner noch der Cheddar-Käse.

Unter den italienischen Käsen steht der Parmesan-Käse (cacio parmigiano, cacio di grana, formagio di grana) obenan. Derselbe, ein harter Reibkäse, der sich jahrelang aufbewahren läßt, wird in der Gegend von Mailand, Lodi, Pavia, Cremona u. s. w. aus einem Gemenge von ganzer und entrahmter Milch wesentlich nach schweizer Art bereitet. Die Laibe sind durchschnittlich 40 bis 70 kg schwer.

Der Edamer Käse wird in Nordholland aus Vollmilch oder halbfetter Milch bereitet; er ist kugelförmig und 2—3 kg schwer. In ähnlicher Weise wie dieser wird in Südholland der Gouda-Käse, ein Fettkäse in Laiben von 5—20 kg, gewonnen.

Der berühmteste französische Exportkäse, der „Roquefort", wird aus Schafmilch hergestellt und zwar in bester Qualität in Roquefort, einem Dorfe im Departement Aveyron und in dessen Umgebung. Die Güte der Käse ist zum Teil bedingt durch die Beschaffenheit der Reifungsräume, natürlicher Felsenhöhlen, deren Temperatur jahraus, jahrein sich innerhalb 4—8° C bewegt. Die Käse haben ein Gewicht von 2 kg, sind bei einem Durchmesser von 17 cm 7,5 cm hoch und besitzen eine bröcklige, trockene, von Pilzvegetationen durchzogene Masse.

Hartkäse werden auch aus Ziegenmilch, ferner aus einem Gemisch von Kuh-, Schaf- und Ziegenmilch gewonnen. Auch aus Büffelmilch bereitet man in Italien Käse.

II. Sauermilchkäse.

Die Sauermilchkäse werden aus Magermilch, welcher man zuweilen Rahm zusetzt, und aus Buttermilch bereitet. Zur Ausscheidung des Käsestoffs wird die entsprechend gesäuerte Milch auf 35—40° C erwärmt. Den frischen Quarg läßt man in leinenen Beuteln abtropfen oder man preßt ihn aus. Der Teig wird darauf geknetet, geformt, gesalzen und getrocknet. Die geformten Käse kommen hierauf zum Reifen, das meist in einigen Wochen vollendet ist, in einen luftigen Raum. Bei manchen Käsesorten, z. B. den Mainzer Käschen befördert man das Reifen dadurch, daß man sie in Töpfe oder Kisten legt und mit feuchtem Stroh, ausgekochtem Hopfen, Biertreber u. dgl. durchschichtet. Zuweilen läßt man auch den frischen Quarg vor dem Formen etwas gären. Sehr häufig wird der frische ausgepreßte Quarg an Händler verkauft, welche denselben weiter verarbeiten.

Die Sauermilchkäse haben meist nur eine lokale Bedeutung. Die bekanntesten derartigen Käse sind in Deutschland die Mainzer Handkäschen, klein, flachzylindrisch, 70—72 gr schwer; der Harzkäse, flach- oder hochzylindrisch, 125 gr schwer; der Baudenkäse, auch Großkäse oder Koppenkäse genannt, im Riesengebirge bereitet; die Kümmelkäschen, die schlesischen Sauermilchkäse, auch alte Kuhkäse genannt, u. a.

Ein Sauermilchkäse, welcher sich zum Versand eignet und einen Gegenstand des internationalen Käsehandels bildet, ist der Glarner Schabziger, ein trockener, grüner Reibkäse, konisch, bis zu 1 kg schwer. Der Quarg (Ziger) wird auf den Alpen gewonnen und, nachdem er eine Gärung durchgemacht, als „weißer Ziger" an die Schabzigerfabrikanten, die Zigermüller, verkauft. Letztere vermahlen den Ziger, nachdem er seine volle Reife erlangt hat, auf einer Walzenmühle unter Zusatz von Salz und den getrockneten Blättern vom Zigerklee (melilotus coeruleus) zu einer gleichartigen Masse, welche in konische Formen gepreßt und darauf in einem kühlen Speicher getrocknet wird. Zum Versenden sind die Käse in 2—6 Monaten fertig.

Manche Sorten von Sauermilchkäsen und von Weichkäsen, welche mit Lab bereitet sind, werden auch in frischem Zustande, ohne daß sie einen Reifungsprozeß durchgemacht, verzehrt. Unter den ersteren sind die Kümmelkäschen zu erwähnen. Zu den letzteren gehören einige geschätzte französische Weichkäse, wie der Pariser Sahnenkäse, die kleinen Schweizer (Petit Suisses) oder Doppelrahmkäse und die frischen Bonbons.

Vergleichung der Thermometerscalen nach Celsius und Réaumur.

Temperaturen sind in dem vorliegenden Werke je nach dem in den einzelnen Betrieben herrschenden Gebrauche bald in Celsius- bald in Reaumurgraden angegeben.

Zur bequemeren Umrechnung diene die folgende Tabelle.

Celsius	Réaumur	Celsius	Réaumur	Celsius	Réaumur	Celsius	Réaumur
+100	+ 80	+ 74	+ 59.2	+ 48	+ 38.4	+ 22	+ 17·6
99	79·2	73	58.4	47	37·6	21	16·8
98	78·4	72	57·6	46	36·8	20	16
97	77·6	71	56·8	45	36	19	15·2
96	76·8	70	56	44	35·2	18	14·4
95	76	69	55·2	43	34·4	17	13·6
94	75·2	68	54·4	42	33·6	16	12·8
93	74·4	67	53·6	41	32·8	15	12
92	73·6	66	52·8	40	32	14	11·2
91	72·8	65	52	39	31·2	13	10·4
90	72	64	51·2	38	30·4	12	9·6
89	71·2	63	50·4	37	29·6	11	8·8
88	70·4	62	49·6	36	28·8	10	8
87	69·6	61	48·8	35	28	9	7·2
86	68·8	60	48	34	27·2	8	6·4
85	68	59	47·2	33	26·4	7	5·6
84	67·2	58	46·4	32	25·6	6	4·8
83	66·4	57	45·6	31	24·8	5	4
82	65·6	56	44·8	30	24	4	3·2
81	64·8	55	44	29	23·2	3	2·4
80	64	54	43·2	28	22·4	2	1·6
79	63·2	53	42·4	27	21·6	1	0·8
78	62·4	52	41·6	26	20·8	0	0
77	61·6	51	40·8	25	20		
76	60·8	50	40	24	19·2		
75	60	49	39·2	23	18·4		

Formeln zur Umrechnung von Celsius, Reaumur und Farenheitgraden.

$$t^{\circ}\text{ C.} = \frac{4}{5}\, t^{\circ}\text{ R.} = \frac{9}{5} \cdot t + 32^{\circ}\text{ F.}$$

$$t^{\circ}\text{ R.} = \frac{5}{4}\, t^{\circ}\text{ C.} = \frac{9}{4} \cdot t + 32^{\circ}\text{ F.}$$

$$t^{\circ}\text{ F.} = \frac{5}{9}(t\text{-}32)^{\circ}\text{C.} = \frac{4}{9}\,(t\text{-}32)^{\circ}\text{ R.}$$

Sachregister.

(St.) = Stärke-, Dextrin-, Dextrosefabrikation.
(Z.) = Rübenzuckerfabrikation.
(Sp.) = Spiritusfabrikation.
(B.) = Bierbrauerei.
(K.) = Butter- und Käsegewinnung.

Absetzsystem (St.) 91.
Abwässer (St.) 95.
Aethylalkohol 256.
Abziehen des Bieres 457.
Albumin (K.) 520.
Alkoholgärung (allgemeines) 220.
Alkoholhaltige Rohstoffe (Sp.) 334.
Alkoholmesser von Siemens 5, 357.
Alkoholometrie 257.
Ammoniakabsorptionsmaschine 59.
Angeles kombinierter Kartoffelstärkeapparat 89.
Anschwänzen 438.
Aräometer von Baumé 143.
Arbeit, mechanische 1.
— theoretische 2.
— Neben- 2.
— Einheit 1.
Askosporen 221.
Aufkräusen 456.
Auflösung (Sp.) 266.
Aufrahmung 533.
Aufrahmungsgrad 534.
Aufrahmungsverfahren, das holländische 533.
— das holsteinische 533.
— das Devonshiresche 534.
— das Swartzsche 535.
Aufzüge 35.
— Transmissionsbetrieb 36.
— hydraulischer Antrieb 37.
Ausbeuteverhältnisse der Kartoffelstärkefabrikation 106.
Ausbeute bei der Weizenstärkefabrikation 120.
Ausblasevorrichtungen 284.
Ausgangsmaterialien in der Spiritusfabrikation 259.

Becherwerke (Paternosterwerke) 51.
Beizen in Salzlacke (K.) 575.
Berieselungskühler von Theisen (Sp.) 303.
— (K.) 531.
Besteuerung des Rübenzuckers 214.
— des Branntweins 377.
— des Bieres 503.
Bier, das und seine Bestandteile 489.
— Fehler und Krankheiten des 490.
— Konservierung 493.
Bierbesteuerung, Norddeutsches Brausteuergebiet 503.
— Bayern 507.
— Württemberg 510.
— Baden 512.
— Elsaß-Lothringen 513.
Bierbrauerei 383.
Biere, englische 485.
— belgische 487.
Bierfässer 494.
Bierstein 445.
Biertreber, Zusammensetzung 440.
Biertrübungen 491.
Bierwürze, Zusammensetzung 447.
Bitters Pasteurisierapparat (K.) 528.
Blähen der Käse 578.
Blasengärung (B.) 462.
Bohmscher Wannenbottich 293.
Bottichkühlung (Sp.) 319.
Branntweinsteuer 377.
Brauen, das 426.
Brauereianlage, Beschreibung 497.
Brauerpech 494.
Braugerste 385.
Braumais, Zusammensetzung 388.
— Verarbeitung 483.
Braureis, Zusammensetzung 388.
— Verarbeitung 483.
Brennerei, System Ellenberger 366.
Bruch (K.) 564.
Bruch, Bearbeitung des 571.
Bürstenbottichsieb 88.
Bürstenzylindersieb 88.
Butterausbeute 560.
Butter, Bearbeitung 559.
— Färbung 559.
— Salzen 559.
— Zusammensetzung 561.
Buttern, das 550.
Butterextraktor 558.
Butterfässer 553.
— Stoßbutterfaß 554.
— holsteinisches Schlagbutterfaß 554.
— Lehfeldts Rotierbutterfaß 556.

Butterfässer, Rollbutterfässer 555.
— Viktoriabutterfaß 556.
— Amerikanisches Schaukelbutterfaß 557.
Butterfehler 561.
Butterfett 518.
Buttergewinnung 532.
Buttermilch 562.
Buttersäuregärung 244.
Butterseparator 558.
Buttersorten 561.
Butterungstemperatur 550.

Camin & Neumann, Wannenbottich 294.
Carlsberger Kolben 469.
Champonnois Reibe (St.) 80.
Cellier-Blumenthal, Destillierapparat 343.
Cellulose lösendes Enzym 247.
Coffey, Destillierapparat 344.
Compoundreibe von H. Schmidt 81.

Dämpfen (Sp.) 277.
Dämpfapparate 278.
— Hollefreund 280.
— Henze 281.
Dampfkessel 23.
— Bestimmung des Wirkungsgrades einer — Anlage 29.
— Rostarten für 27.
— Beurteilung einer Feuerungsanlage für 28.
— Ausführung der Kessel 30.
— gewöhnl. Zylinderkessel 30.
— Batteriekessel 31.
— Kammerfeuerung 33.
— Engwasserröhrenkessel 33.
Dampfkochung (B.) 480.
Dampfleitungsröhren 39.
Dampfmaschine 12.
Dampfverbrauch bei Dampfmaschinen 21.
Dampfverteilung am Henzedämpfer 284.
Darauflassen (B.) 451.
Darrapparate 416.
Darren 416.
— Behandlung des Malzes auf der Darre 420.
Darrmalz, Kennzeichen eines guten 423.
Dekoktionsverfahren 435.
— bayerisches 435.
— böhmisches 436.
Dephlegmation 337.
Destillation (Sp.) 335.
Destillierapparat, einfacher 336.
— Dornscher 339.
— Pistorius 339.
— Cellier-Blumenthal 343.
— Coffeys 344.
Destillierapparat, deutscher, kontinuierlicher 347.
— Ilges Universalmaisch- 349.
— Ilges Automat 354.
Dextrine 69.
Dextrinfabrikation 127.
Dextringummi 129.
Dextrose 71, 130.
Diagramm 13.
Diastase (allgemeines) 245.
— Entstehung bei der Keimung 265.
— Einwirkung auf Stärke 66.
Dicklegen (K.) 568.
Dicksaft 185.
Diffusionsarbeit 160.
Diffusionsbatterie 156.
Diffusionsrückstände 162.
Diffusionsverfahren, Ausführung des 155.
Diffusionsvorgang, der 154.
Dornscher Destillierapparat 339.
Druckverminderungsventile 11.
Dünnsaft 185.

Effekt 1.
Eisschwimmer (B.) 452.
Ellenbergers Maisch- und Dämpfapparat 289.
Elutionsverfahren 209.
— Scheibler-Seyferth 210.
— Eisfeldt 210.
— Weinrich 210.
— Drevermann 210.
Endlaugen der Melasseentzuckerung 213.
Entfuselungsverfahren von Traube 365.
Entschalung der Maische 308.
Entwässern der Stärke 97.
Enzyme (allgemeines) 245.
Ertragsberechnung (Sp.) 325.
Essigsäuregärung 244.
Exhaustor am Henzedämpfer 284.
Extractausbeute aus dem Malze 443.
— Berechnung der, aus dem Malze 448.

Fangvorrichtungen an Aufzügen 38.
Farbmalz 424.
Fassen des Bieres 452.
Fehrmanns Stärketrocknungsapparat 104.
Feinfasermühle von H. Schmidt 84.
Fermente, chemische (allgemeines 245.
Feuerungsanlage, Beurteilung 28.
Filterbatterie (Z.) 180.
Filtration (Z.) 177.
— über Knochenkohle 177.
— mechanische 182.
— über Kohle (Sp.) 362.
Flügelreibe 80.
Flußsäure im Brennereibetriebe 322.
Fluten- oder Rinnensystem 93.
Förderband 49.
Förderrohr (Wippe) 48.
Förderschraube, Schnecke 47.
Förderspirale 48.
Formen der Käse 572.
Füllmasse, Verarbeitung der 200.
— Zusammensetzung der 201.

Gärbottiche (B.) 459.
Gärkeller (B.) 458.
Gärung, allgemeines 220.
— Theorie der 249.
— (B.) 449.
— der Maische (Sp.) 309.
— der Hauptmaische (Sp.) 316.
Gärungsformen (Sp.) 321.
Gärungsverfahren (Weizenstärkef.) 114.
Gallands pneumatische Mälzerei 412.
Gasuhr 7.
Geläger (B.) 458.
Gegenstromkühlung (Sp.) 298.
Gegenstromkühler von Venuleth und Ellenberger 299.
— von Pauckſch 301.
Gerstenkorn (Bau) 263.
Gerste (B.) 384.
— für Malz (Sp.) 160.
Gerstewaschmaschine (B.) 404.
Glykase 247.
Glykose 71.
Glykoside spaltende Fermente 249.
Gontards Maischkühlapparat 295.
Grönings Alkoholtabelle 336.
Grünmalz (Sp.) 271.
Grünsyrup (R. Z. F.) 201.
Güteverhältnis einer Maschine 2.

Hahnsteuerung oder Corlißmaschine 20.
Hampelscher Maischapparat 297.
Hartkäse 581.
Hauptgärung (B.) 451.
Hauptgärung (B.) abnorme Erscheinungen 462.
Hautbildung bei den Saccharomyceten 221.
Hefe, Die (allgemeines) 221.
— Kultur- 222.
— wilde 222.
Hefe, Reinkultur der 223.
— Askosporenbildung 225.
— Beschreibung einiger wichtiger Hefearten 227.
— chemische Zusammensetzung 235.
— Ernährung und Stoffbedarf 235.
— Verhalten gegen Zuckerlösungen 236.
— Verhalten gegen Antiseptika 237.
Hefegeben (B.) 451.
Hefebereitung (Sp.) 310.
Hefefabrikation (Preßhefe) 368.
Hefekammer (Sp.) 315.
Hefereinzucht (B.) 466.
Hefereinzuchtapparate 469.
— Hansen-Kühles 470.
— Bergh-Jörgensen 475.
— Lindners 476.
Heizwert 25.
Henzedämpfer 281.
Hollefreunds Dämpfer 279.
Hopfen 388.
Hopfen, Bedeutung für die Bierbrauerei 390.
— Beurteilung 395.
— Prüfung auf Schwefelung 396.
Hopfenalkaloid 393.
Hopfenbittersäuren 341.
Hopfenernte und Behandlung 394.
Hopfengabe (B.) 444.
Hopfengerbstoff 393.
Hopfenharze 392.
Hopfenkonservierung 395.
Hopfenöl 390.
Hopfenseiher 445.
Hordentrocknung (St.) 101.
Hubbegrenzung 15.
Hydrometer 10.

Ilges Automat 354, 356.
— Dampfregulator 353.
— Destillierapparate 949.
Indikator 15.
Infusionsverfahren 437.
Invertin 248.
Isomaltose 70.
Jungbier 452.

Kälteerzeugungs-Einrichtungen 51.
Käse, Reifen der 576.
— Salzen der 575.
Käsebereitung 564.
Käsefarbe 568.
Käsefehler 578.
Käsefliege 578.
Käseform, zylindrische 572.
Käsekessel 569.
Käsemade 578.
Käsepresse nach Fleischmann 573.
— englische 573.
Käsereifen 572.
Käsesorten 579.
Kalkofen (Z.) 175.
Kalksaccharatverfahren 209.
Kaltluftapparat von Honerla 53.
Kanaltrocknung (St.) 102.
Kammersystem (St.) 102.
Karamelmalz 425.
Kartoffel 72.
Kartoffelmehl 105.
Kartoffelstärke 60, 106.
— Gewinnung 77.
— Verwendung 106.
Kartoffelstärkefabrik 109.
Kartoffelwaschmaschine (Sp.) 275.
Kaseïn 519.
Keimen (B.) 405.
Keimung (Theorie) 260.
— (Praxis Sp.) 270.)
Kesselmaischen 437.
Kindermilch 526.
Knochenkohle 178.
Kokesbarren 417.
Kolonnenapparat (kontinuierlicher) 347.
Konsumzuckerarbeit 202.
Konzentrierung des Saftes (R. Z. F.) 185.
Kräusen (B.) 452.
Kraftmaschinen 13.
Krudewigs Darre 420.

Krystallisation in Bewegung (Z.) 201.
Kühlen der Würze (B.) 445.
Kühlschiff (B.) 446.
Kühlung der Maische (Sp.) 295.
Kühlvorrichtung, Hessesche (Sp.) 313.
Kuhmilch die 517.
Kuklas Sudkontrollverfahren 438.
Kunstbutter 562.
Kurbel mit Gleitbahn 16.
Kurbel mit Schwinghebel 16.
Kurbel mit schwingendem Zylinder 16.
Kurbelschleife 14.

Lab 564.
Labkäse 580.
Labmagen 565.
Labprobe 567.
Labwirkung 566.
Läuterbottich (B.) 430.
Lagerbier, Behandlung des 457.
Lagerfässer (B.) 461.
Lagerkeller (B.) 460.
Leiogomme (Leiocomme) 127.
Literprozent (Sp.) 258.
Lüftung der Bierwürze 479.
Luftdarren 417.
Lupulin 389.
Lupulindrüse 390.

Magermilch 550.
Mahlgang 82.
Mais 75.
Maisstärke 62.
Maisstärkefabrikation 121.
Maisverarbeitung (Sp.) 304.
— mit Säure (Sp.) 308.
Maischapparate (Sp.) 289.
Maischbottich (B.) 430.
Maischen (Sp.) 287.
— (B.) 434.
— (Z.) 200.
Maischkessel (B.) 433.
Malz, Roggen= 272.
Malz, Hafer= 272.
— Weizen= 272.
— Mais= 272.
— Behandlung auf der Darre 421.
— Reinigung und Aufbewahrung (B.) 423.
Malzbereitung (Theorie) 260.
— Daten für die (B.) 424.
— (B.) Praxis 402.
— Praxis (Sp.) 268.
Malzkeime, Zusammensetzung (B.) 424.
Malzkeller (Sp.) 271.
Malzquantum zum Maischen (Sp.) 288.
— zur Hefebereitung 310.
Malzquetsche (Sp.) 274.
Malzsurrogate (B.) 388.
Malzwendeapparat für Darren 422.
Manometer von Bouddon 9.
— Schäffer und Budenberg 10.
— Metallmanometer 10.
Margarine 563.
Mark der Rübe 149.
Maschinen 12.
— Kraftmaschinen (Motoren) 12.
— zu Ortsveränderungen der Körper 35.
— zur Förderung von Sammelkörpern 47.
— Kältemaschinen 51.
Mechanisch=pneumatische Mälzerei 273.
Melasse, Zusammensetzung 202.
Melasseentzuckerung 207.
Melasseverarbeitung (Sp.) 331.
Meyer oder Plattenschiebersteuerung 17.
Milch, die 517.
— Kuhmilch 517.
— Schafmilch 522.
— Ziegenmilch 522.
Milchfehler 524.
Milchfett 518.
Milchgärprobe 567.
Milchkrankheiten 522.
Milchkügelchen 518.
Milchsalze 522.
Milchzucker 521.
Milchsäuregärung (allgemeines) 243.
Milchsterilisierung 525.
Milchzentrifugen 538.
— De Lavals Separator 539.
— Lefeldt Lentsch 541.
— Dänische Milchzentrifuge 543.
— Balance Zentrifuge 545.
— De Lavals Handseparator 546.
— Baby=Separator 547.
— Geräuschlose Handzentrifuge 548.
— Viktoria Handseparator 548.
Milchzentrifugieren 537.
Molken 578.
Montejus 47.
Motoren 13.
Muschelschieber 16.
Mutterhefe 315.
Mycoderma 242.
Mysost 579.

Nachgärung (B.) 454.
Nachzerkleinerung in der Kartoffelstärkefabrikation 83.
Naßgeben (B.) 451.
Naßstärke oder grüne Stärke 97.

Obergärung (B.) 464.
Oberteig 439.
Obstschlempe 333.
Oleomargarin 563.
Osmoseverfahren 207.

Pasteurisieren von Bier 494.
— von Milch 525.
Patentmalz 426.
Paucksch̲er Vormaischapparat 291.
Pepsin (Trypsin) 248.
Pferdestärke 1.
Pichen, Das 495.

Pistorius Destillierapparat 341.
Polarisationsapparate 144.
Preßhefefabrikation 368.
— älteres Verfahren 369.
— neueres (Lufthefe) Verfahren 375.
Probenehmer von Siemens (Sp.) 358.
Pülpe 106.
Pulsometer 46.
Pumpen 41.
— Ketten- 41.
— Kolben- 41.
— Flügel- 43.
— Zentrifugal- 44.
— Kapsel- 44.
— Strahl- 45.

Quarg 564.
Quirlbottiche (St.) 95.

Raffinose (Melitriose) 149.
Raffinerieprodukte, Ausbeute (Z.) 206.
Raffinierung des Rohspiritus 361.
Raffinierung des Rohzuckers 203.
— Steffens Verfahren 203.
Rahm, Der 548.
Rahmsäuerung 552.
Raspelhiebreibe 78.
Raspelzucker (St.) 133.
Rauchbarren 417.
Registrierthermometer 3.
Regulator für Dampfmaschinen 21.
Reifungsräume (R.) 577.
Reinigung des Saftes 166.
Reis 76.
Reisstärke 62.
Reisstärkefabrikation 123.
Rektifikation 337.
Reduzierventil 11.
Retters Maischapparat 292.
Röstapparat von Lehmann (St.) 128.
Röstgummi 127.
Rösttrommel für Farbmalz 425.
Roggenverarbeitung (Sp.) 307.
Rohfruchtbrauerei 483.
Rohmaterialien der Bierbrauerei 384.
— seltene (Sp.) 334.
Rohspiritus 361.
Rohzucker, Zusammensetzung 202.
Rostarten 27.
— Planrost mit glatten Stäben 27.
— Planrost mit geformten Stäben 27.
— Treppen- oder Stufenrost 27.
— Ten-Brinkrost 28.
— Cario-Rost 28.
Rudolphs Zentrifuge (St.) 100.
Rübe, die 145.
Rübenschnitzelmaschine 156.
Rübenschnitzelpresse 163.
Rübenwaschmaschine 152.
Rübenzuckerfabrikation 139.

Saccharimetrie 141.
— densimetrische 141.
— optische 144.
Saccharomyces cerevisiae I Hansen 226.
— Pastorianus I Hansen 229.
— Pastorianus II Hansen 230.
— Pastorianus III Hansen 231.
— ellipsoideus I Hansen 233.
— ellipsoideus II Hansen 234.
— apiculatus 241.
— mycoderma 241.
Saccharose 139.
Sägeblattreibe 79.
Saft der Rübe 149.
Saftgewinnung nach dem Diffusionsverfahren 153.
Saladins pneumatische Mälzerei 409.
Samenhefe (B.) 452.
Sarcinaorganismen 244.
Saturationsscheidung 166.
Sauermilchkäse 582.
Savalles Rektifikationsapparat 364.
Schaumgärung 321.
Scheiblers Strontianverfahren 212.
Scheidekalk 174.
Scheidepfanne 167.
Scheideschlamm 174.
Scheidung 166, 169.
Schenkbier, Behandlung beim Lagern 454.
Schlammpressen 171.
Schlempe (Sp.) 358.
Schmidts Stärketrocknungsapparat 103.
Schmiergefäße für Dampfmaschinen 23.
Schüttelsiebe 87.
Schweflige Säure (R. Z. F.) 176.
Sicherheitsventil 10.
Sichtmaschinen (Stärkefabr.) 105.
Siebvorrichtungen (St.) 86.
Spänen (B.) 456.
Spaltpilze (allgemeines) 242.
Spiralmaischkühler von Hentschel 301.
Spiritusfabrikation 256.
Spritmesser von Siemens 5, 357.
Sproßpilze, s. Hefe.
— welche keine endogenen Sporen bilden 241.
Spunden (B.) 455.
Stärke 60.
— Kartoffel- 60.
— Roggen- 60.
— Weizen- 60.
— Gersten- 60.
— Hafer- 60.
— Reis- 60.
— Mais- 60.
— Zusammensetzung der 62.
— Verhalten gegen Wasser 63.
— Verhalten gegen Jod 63.

Stärke, Verbindungen mit Basen 64.
— Einwirkung von Säuren auf 64.
— Einwirkung von Enzymen auf 66.
— lösliche 69.
— Gewinnung aus Kartoffeln 77.
— Gewinnung aus Weizen 114.
— Gewinnung aus Mais 121.
— Gewinnung aus Reis 123.
Stärkezucker 71, 130.
Stärkezuckerfabrikation 131.
Stärkezuckersyrup 136.
Statistisches, die Produktion von Stärkezucker im deutschen Zollgebiete während des Betriebsjahres 1889/90 138.
— Rübenzuckerproduktion im Deutschen Reiche im Betriebsjahre 1889/90 217.
— die Branntweinbrennerei im deutschen Branntweinsteuergebiet 1889/90 382.
— die Bierbrauerei im deutschen Reiche 1890/91 515.
Steffens Ausscheidungsverfahren 211.
Steineckers Hilfsapparate zum Abläutern 433.
Steuerungen 16.
— Muschelschieber= 16.
— Meyers= oder Plattenschieber= 17.
— Rider= oder Rundschieber= 18.
— Farcot= oder Schleppschieber= 18.
Stippen 105.
Stoßheber, hydraulischer Widder= 46
Substitutionsverfahren 211.
Sudhaus, das (B.) 428.
Sudhausgefäße, Größe der 434.
Sudwerk 428.

Tennenmälzerei (B.) 405.
Thermometer, registrierendes (B.) 421.
Torula 241.
Transmissionsbetrieb bei Aufzügen 36.
Traubes Entfuselungsverfahren 365.
Traubenzucker 71.
Trockensalzen (K.) 575.
Trocknung der Stärke 100.
Trockengeben (B.) 451.
Trubsäcke (B.) 445.
Tuch ohne Ende 103.

Umdrehungszähler 4.
Untergärung (B.) 450.
Untertauchsystem (St.) 92.
Unterteig 439.

Vakuumapparat (R. Z. F.) 195.
Ventilmaschinen 19.
Verbund oder Kompoundmaschine 22.
Verdampfapparate 186.
— Zweikörperapparat 187.
— liegender Verdampfapparat 189.
— Dreikörperapparat 191.
Verdampfung, theoretische 25.
— (Z.) 185.
Vergärungsgrad (B.) 463.
Verkochen das 193.
— Blankkochen 197.
— Kochen auf Korn 198.
— Schaumkochen und Fettkochen 198.
Vollzylinder, rotierende 89.
Vorbruchbutter 579.
Vorderwürze 439.
Vormaischapparat (B.) 432.
Vormaischbottiche mit Wasserkühlung 297.
Vorstellen der Hefe (Sp.) 320.

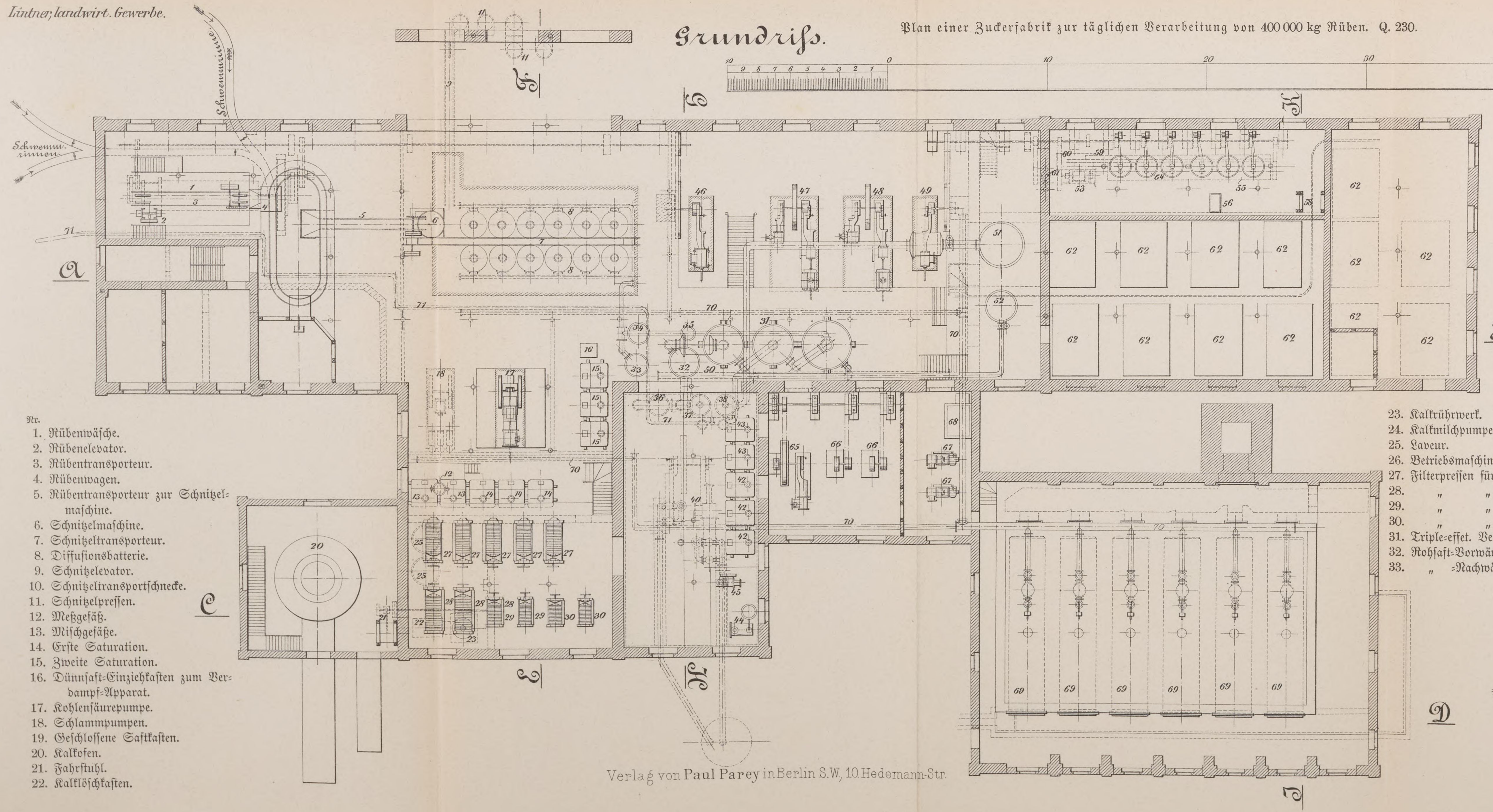
Wächteruhr 3.
Waschapparat für Kartoffeln 77.
Waschbottiche für Stärke 95.
Wasserabscheider 35.
Wasseranalysen (B.) 400, 401.
Wasser für Brauzwecke 397.
Wasser für Stärkefabriken 76.
Weichen (B.) 402.
— (Sp.) 268.
Weichkäse 580.
Weizen 74.
Weizenstärke 61, 120.
Weizenstärkefabrikation 114.
Wenden des Malzes (B.) 407.
Wiederbelebung der Knochenkohle 182.
Würze, Gewinnung der 427.
Würzekochen (mit Hopfen) 443.
Würzepfanne 433.

Zentrifugen, Stärke 98.
— Zucker 200.
— Würze 479.
— Milch= 538.
Zerkleinerung, Leistung der in der Kartoffelstärkefabrikation 85.
Ziger 579.
Zucker (Saccharose) 139.
Zuckerhaltige Rohstoffe (Sp.) 327.
— Zuckerrüben (Sp.) 327.
— Melasse (Sp.) 330.
— süße Früchte, Kirschen 2c. (Sp.) 333.
Zuckercouleur 137.
Zuckerrübe, die 145.
— Bau und Zusammensetzung der 147.
— Wert der 150.
Zuckersteuer 214.

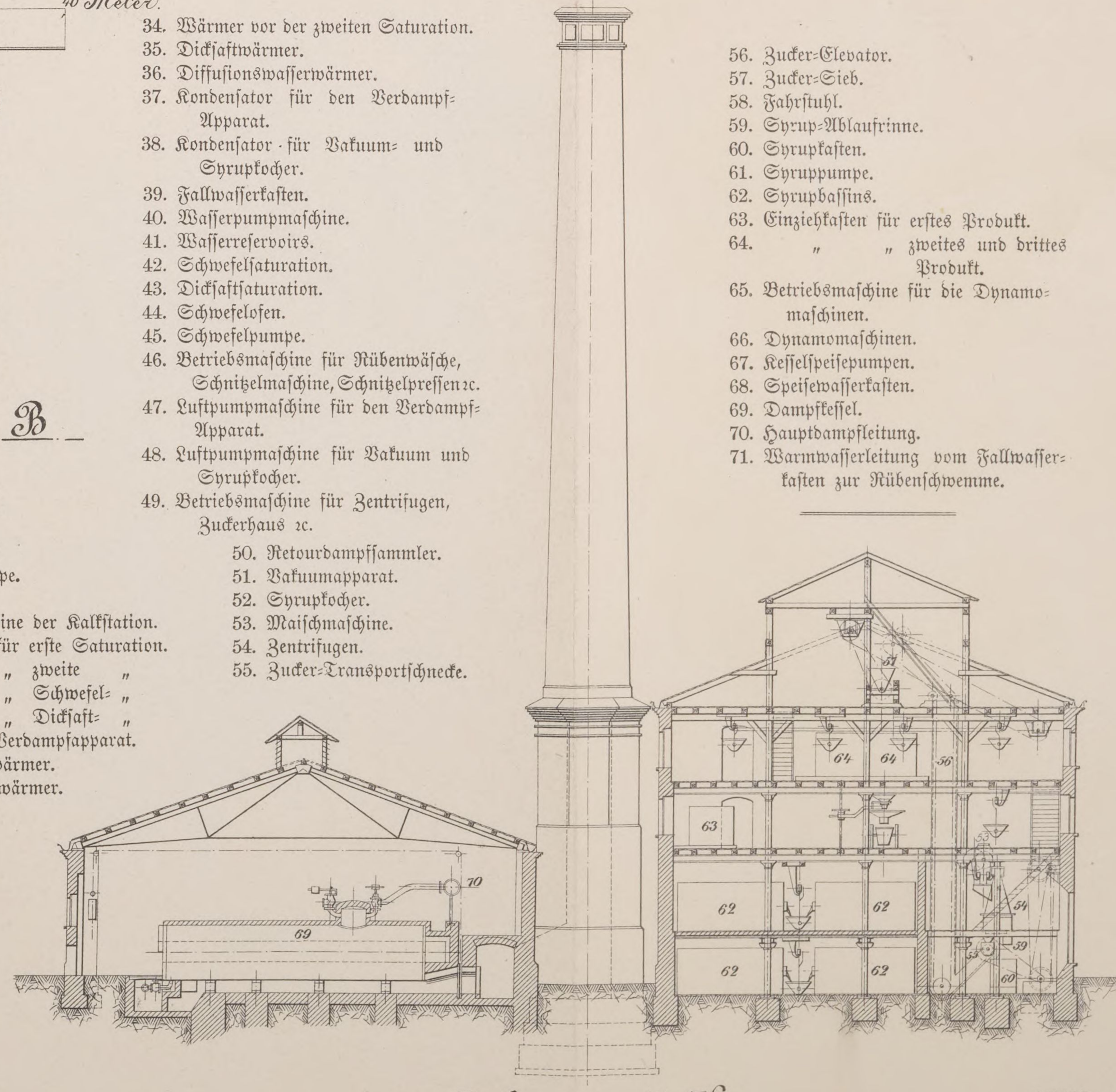
Berlin, Druck von W. Büxenstein.

Plan einer Zuckerfabrik zur täglichen Verarbeitung von 400 000 kg Rüben. Q. 230.

Grundriß.



Nr.
1. Rübenwäsche.
2. Rübenelevator.
3. Rübentransporteur.
4. Rübenwagen.
5. Rübentransporteur zur Schnitzelmaschine.
6. Schnitzelmaschine.
7. Schnitzeltransporteur.
8. Diffusionsbatterie.
9. Schnitzelevator.
10. Schnitzeltransportschnecke.
11. Schnitzelpressen.
12. Meßgefäß.
13. Mischgefäße.
14. Erste Saturation.
15. Zweite Saturation.
16. Dünnsaft-Einziehkasten zum Verdampf-Apparat.
17. Kohlensäurepumpe.
18. Schlammpumpen.
19. Geschlossene Saftkasten.
20. Kalkofen.
21. Fahrstuhl.
22. Kalklöschkasten.
23. Kalkrührwerk.
24. Kalkmilchpumpe.
25. Laveur.
26. Betriebsmaschine der Kalkstation.
27. Filterpressen für erste Saturation.
28. „ „ zweite „
29. „ „ Schwefel- „
30. „ „ Dicksaft- „
31. Triple-effet. Verdampfapparat.
32. Rohsaft-Vorwärmer.
33. „ -Nachwärmer.
34. Wärmer vor der zweiten Saturation.
35. Dicksaftwärmer.
36. Diffusionswasserwärmer.
37. Kondensator für den Verdampf-Apparat.
38. Kondensator für Vakuum- und Syrupkocher.
39. Fallwasserkasten.
40. Wasserpumpmaschine.
41. Wasserreservoirs.
42. Schwefelsaturation.
43. Dicksaftsaturation.
44. Schwefelofen.
45. Schwefelpumpe.
46. Betriebsmaschine für Rübenwäsche, Schnitzelmaschine, Schnitzelpressen 2c.
47. Luftpumpmaschine für den Verdampf-Apparat.
48. Luftpumpmaschine für Vakuum und Syrupkocher.
49. Betriebsmaschine für Zentrifugen, Zuckerhaus 2c.
50. Retourdampfsammler.
51. Vakuumapparat.
52. Syrupkocher.
53. Maischmaschine.
54. Zentrifugen.
55. Zucker-Transportschnecke.
56. Zucker-Elevator.
57. Zucker-Sieb.
58. Fahrstuhl.
59. Syrup-Ablaufrinne.
60. Syrupkasten.
61. Syruppumpe.
62. Syrupbassins.
63. Einziehkasten für erstes Produkt.
64. „ „ zweites und drittes Produkt.
65. Betriebsmaschine für die Dynamomaschinen.
66. Dynamomaschinen.
67. Kesselspeisepumpen.
68. Speisewasserkasten.
69. Dampfkessel.
70. Hauptdampfleitung.
71. Warmwasserleitung vom Fallwasserkasten zur Rübenschwemme.

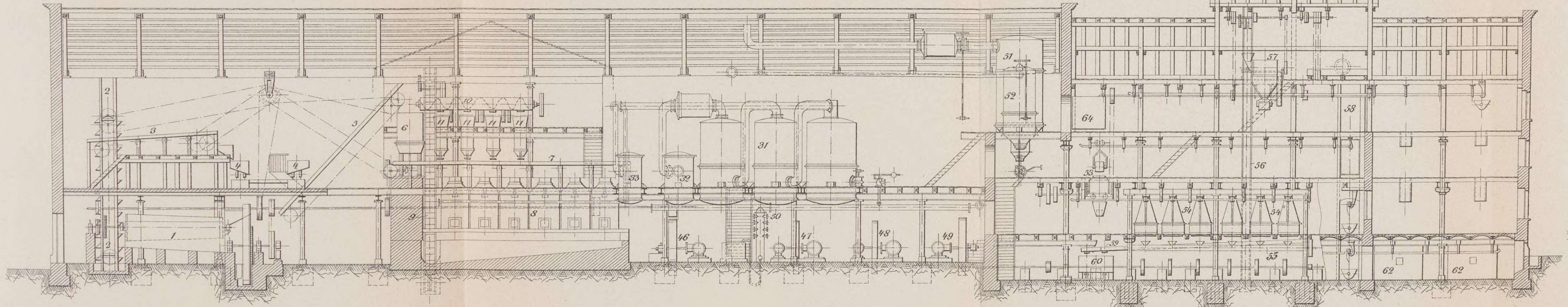


Schnitt J K.

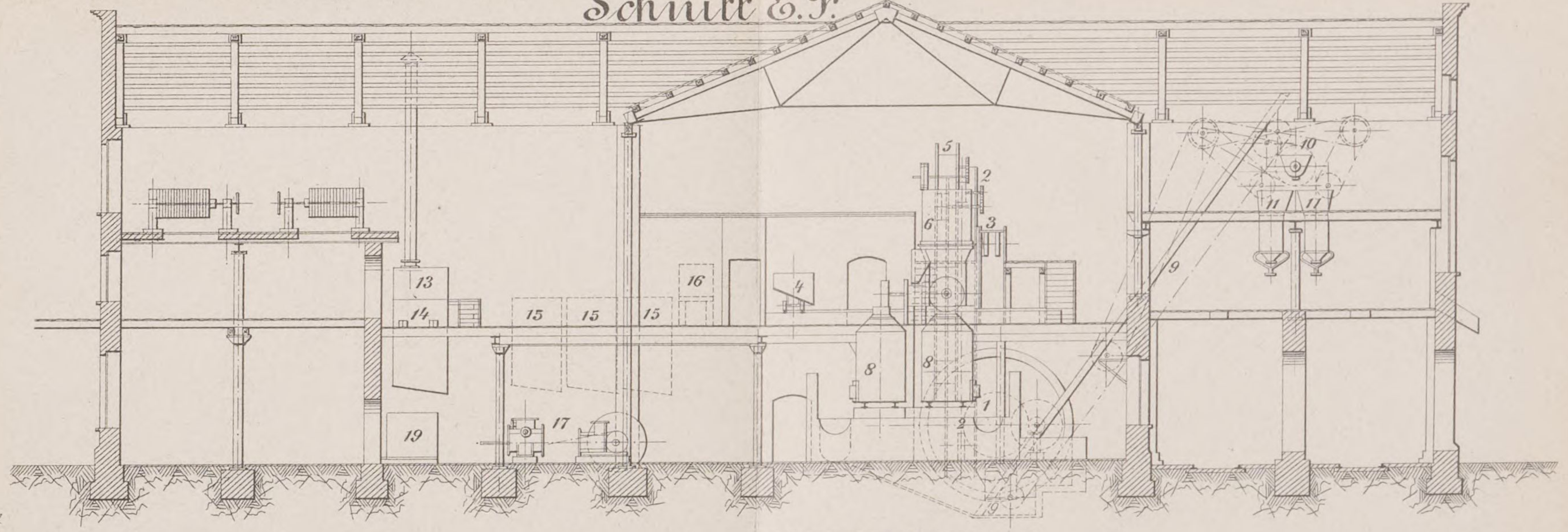
Verlag von Paul Parey in Berlin S.W, 10 Hedemann-Str.
W.A.Meyn lith.

Plan einer Zuckerfabrik zur täglichen Verarbeitung von 400 000 kg Rüben. Q. 230.

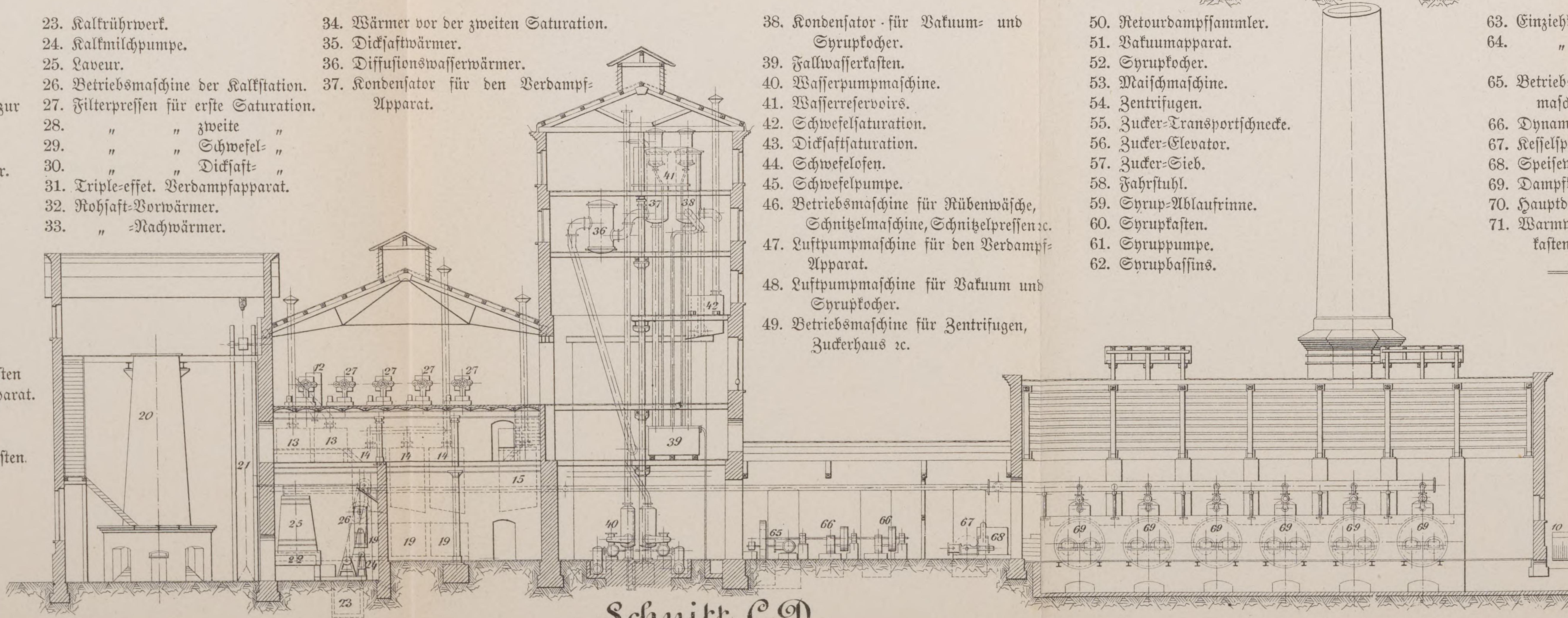
Schnitt A B.



Schnitt E F.

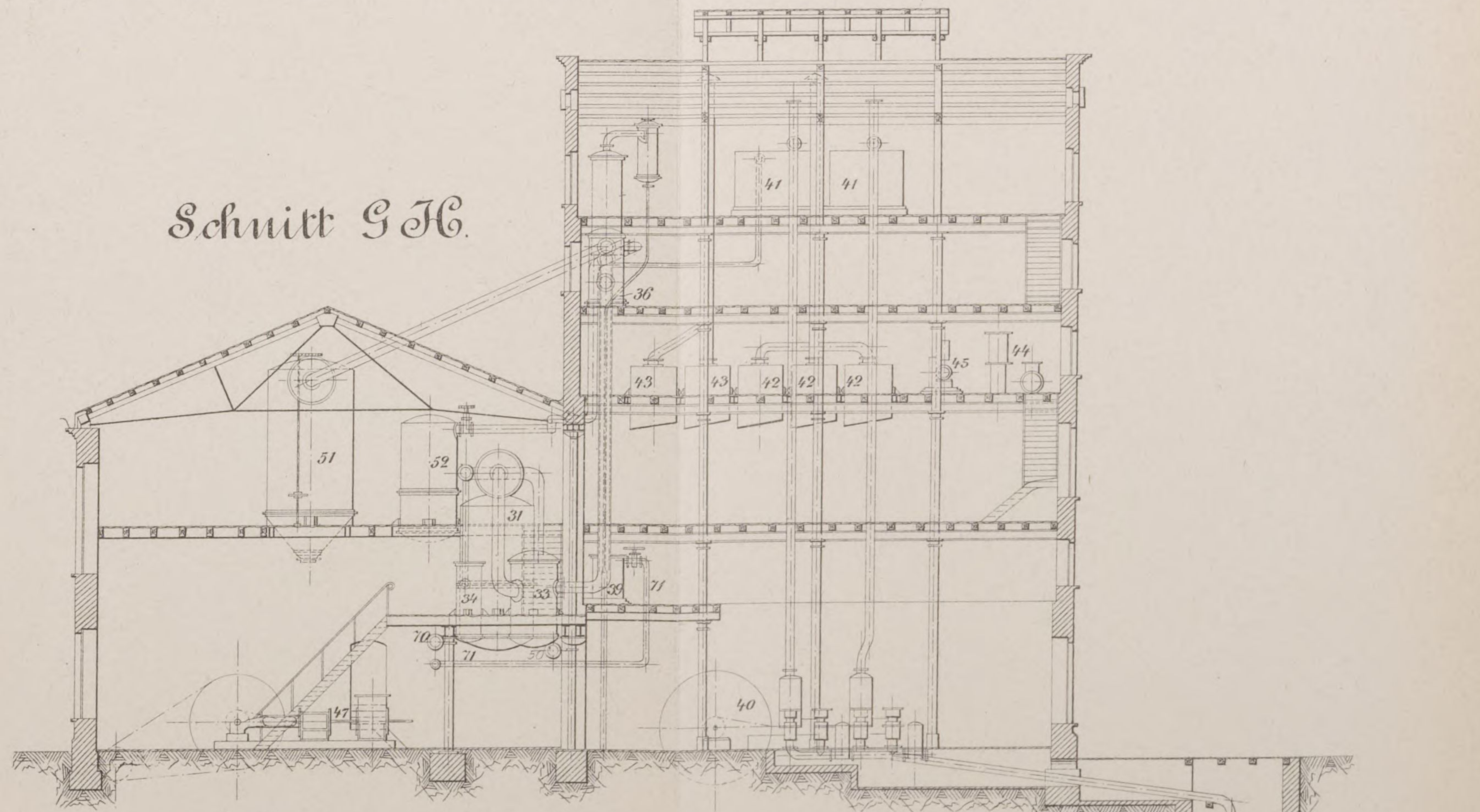


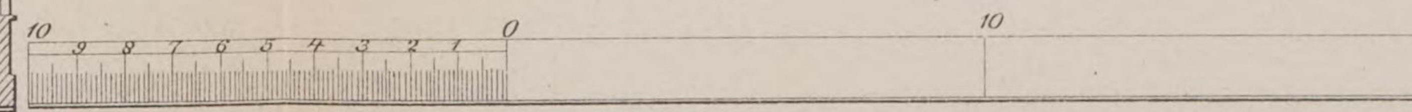
Nr.
1. Rübenwäsche.
2. Rübenelevator.
3. Rübentransporteur.
4. Rübenwagen.
5. Rübentransporteur zur Schnitzelmaschine.
6. Schnitzelmaschine.
7. Schnitzeltransporteur.
8. Diffusionsbatterie.
9. Schnitzelevator.
10. Schnitzeltransport schnecke.
11. Schnitzelpressen.
12. Meßgefäß.
13. Mischgefäße.
14. Erste Saturation.
15. Zweite Saturation.
16. Dünnsaft-Einziehkasten zum Verdampf-Apparat.
17. Kohlensäurepumpe.
18. Schlammpumpen.
19. Geschlossene Saftkasten.
20. Kalkofen.
21. Fahrstuhl.
22. Kalklöschkasten.
23. Kalkrührwerk.
24. Kalkmilchpumpe.
25. Laveur.
26. Betriebsmaschine der Kalkstation.
27. Filterpressen für erste Saturation.
28. „ „ zweite „
29. „ „ Schwefel- „
30. „ „ Dicksaft- „
31. Triple-effet. Verdampfapparat.
32. Rohsaft-Vorwärmer.
33. „ -Nachwärmer.
34. Wärmer vor der zweiten Saturation.
35. Dicksaftwärmer.
36. Diffusionswasserwärmer.
37. Kondensator für den Verdampf-Apparat.
38. Kondensator für Vakuum- und Syrupkocher.
39. Fallwasserkasten.
40. Wasserpumpmaschine.
41. Wasserreservoirs.
42. Schwefelsaturation.
43. Dicksaftsaturation.
44. Schwefelofen.
45. Schwefelpumpe.
46. Betriebsmaschine für Rübenwäsche, Schnitzelmaschine, Schnitzelpressen 2c.
47. Luftpumpmaschine für den Verdampf-Apparat.
48. Luftpumpmaschine für Vakuum und Syrupkocher.
49. Betriebsmaschine für Zentrifugen, Zuckerhaus 2c.
50. Retourdampfsammler.
51. Vakuumapparat.
52. Syrupkocher.
53. Maischmaschine.
54. Zentrifugen.
55. Zucker-Transportschnecke.
56. Zucker-Elevator.
57. Zucker-Sieb.
58. Fahrstuhl.
59. Syrup-Ablaufrinne.
60. Syrupkasten.
61. Syruppumpe.
62. Syrupbassins.
63. Einziehkasten für erstes Produkt.
64. „ „ zweites und drittes Produkt.
65. Betriebsmaschine für die Dynamomaschinen.
66. Dynamomaschinen.
67. Kesselspeisepumpen.
68. Speisewasserkasten.
69. Dampfkessel.
70. Hauptdampfleitung.
71. Warmwasserleitung vom Fallwasserkasten zur Rübenschwemme.



Schnitt C D.

Schnitt G H.





Verlag von Paul Parey in Berlin S.W. 10 Hedemann Str.

W. A. Meyn lith.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., 10 Hedemannstraße.

Lehrbuch der Landwirtschaft auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage. Von Dr. Guido Krafft, Professor der Landwirtschaft an der k. k. technischen Hochschule in Wien, Herausgeber des Illustrierten Landwirtschafts-Lexikon. **Fünfte Auflage. I. Ackerbaulehre.** Mit 220 Holzschnitten. Gebunden, Preis 5 M. — **II. Pflanzenbaulehre.** Mit 287 Holzschnitten. Gebunden, Preis 5 M. — **III. Tierzuchtlehre.** Mit 287 Holzschnitten. Gebunden, Preis 5 M. — **IV. Betriebslehre.** Mit 11 Holzschnitten. Gebunden, Preis 5 M.

Illustriertes Landwirtschafts-Lexikon. **Zweite, neu bearbeitete Auflage.** Unter Mitwirkung von Professor Dr. W. Kirchner-Leipzig, Dr. E. Lange-Berlin, Professor Dr. E. Perels-Wien, Professor Dr. O. Siedamgrotzky-Dresden, Professor Dr. F. Stohmann-Leipzig, Professor Dr. A. Thaer-Gießen, Professor Dr. E. Wolff-Hohenheim, herausgegeben von Dr. G. Krafft, Professor in Wien. Mit 1172 Textabbildungen. Preis 20 M. Gebunden 25 M.

J. G. Koppe's **Unterricht im Ackerbau und in der Viehzucht.** Anleitung zum vorteilhaften Betriebe der Landwirtschaft. **Elfte Auflage.** Herausgegeben von Dr. E. von Wolff, Professor in Hohenheim. Mit Koppe's Porträt und Biographie. Gebunden, Preis 10 M.

Stöckhardt's angehender Pachter oder: Landwirtschaftlicher Betrieb in Pacht- und Eigenbesitz **Achte Auflage,** vollständig neu bearbeitet von Dr. A. Backhaus, Professor am landwirtschaftlichen Institut der Universität Göttingen. Ein starker Band in Oktav. Gebunden, Preis 8 M.

Schlipf's **populäres Handbuch der Landwirtschaft.** Gekrönte Preisschrift. **Elfte, vollständig neubearbeitete Auflage.** Mit 440 in den Text gedruckten Holzschnitten. Gebunden, Preis 6 M. 50 Pf.

Albrecht Thaer's **Grundsätze der rationellen Landwirtschaft.** Neue Ausgabe, herausgegeben und mit Anmerkungen versehen von Dr. G. Krafft-Wien, Dr. C. Lehmann-Berlin, Dr. A. Thaer-Gießen, Dr. H. Thiel-Berlin. Mit Thaer's Porträt und Biographie. Preis 16 M. Gebunden 18 M.

H. W. von Pabst. **Lehrbuch der Landwirtschaft. Siebente Auflage,** neubearbeitet und herausgegeben von Wilhelm von Hamm in Wien. Neue Ausgabe. Mit 250 Textabbildungen. Gebunden, Preis 20 M.

J. von Kirchbach's **Handbuch für Landwirte** oder Zusammenstellung der Grundsätze, Angaben und Ansichten verschiedener Schriftsteller in Betreff der wichtigsten Gegenstände der Landwirtschaft. **Neunte, umgearbeitete Auflage,** herausgegeben von Dr. K. Birnbaum. Zwei Bände in Groß-Oktav. Preis 14 M. Gebunden 18 M.

Joh. Nepomuk v. Schwerz' **Ackerbau und Viehzucht. Neue Ausgabe,** herausgegeben von Dr. V. Funk, Landwirtschaftsschuldirektor. Mit 495 Textabbildungen. Preis 12 M. Gebunden 14 M.

Saat und Pflege **der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen.** Handbuch für die Praxis von Dr. Ewald Wollny, o. ö. Professor der Landwirtschaft an der technischen Hochschule in München. Mit Textabbildungen. Gebunden, Preis 20 M.

Handbuch des Futterbaues. Von Dr. Hugo Werner, Professor an der landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin. **Zweite, vollständig neubearbeitete Auflage.** Mit 79 Textabbildungen. Gebunden, Preis 10 M.

Die landwirtschaftlichen Futtermittel. Handbuch für Tierhalter und Tierzüchter. Von Dr. Emil Pott, Professor in München. Gebunden, Preis 15 M.

Die Kalidüngung in ihrem Wert für die Erhöhung und Verbilligung der landwirtschaftlichen Produktion. Von Dr. Max Maercker, Geh. Regierungsrat, o. ö. Professor in Halle a. S. **Zweite, neubearbeitete Auflage**. Ein Band in Oktav. Gebunden, Preis 4 M.

Wiesen- und Futterbau. Handbuch für den praktischen Landwirt von Dr. Eduard Birnbaum, Direktor der Landwirtschaftsschule in Liegnitz. Mit 146 Tafeln farbiger Abbildungen. Ein starker Band. Gebunden, Preis 18 M.

Lehrbuch der Pflanzenphysiologie mit besonderer Berücksichtigung der Kulturpflanzen. Bearbeitet von Dr. B. Frank, Professor an der Kgl. landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin. Mit 52 Textabbildungen. Gebunden, Preis 6 M.

Handbuch des Getreidebaues. Erster Band: **Arten und Varietäten,** bearbeitet von Dr. F. Koernicke, Professor in Poppelsdorf. Zweiter Band: **Sorten und Anbau,** bearbeitet von Dr. Hugo Werner, Professor in Berlin. Mit 10 Kupferdrucktafeln. Zwei starke Bände in Lexikon-Oktav. Gebunden, Preis 20 M.

Die Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe. Praktisches Handbuch von Dr. J. König, Professor, Vorsteher der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Münster i. W. Mit 202 Textabbildungen und einer farbigen Tafel. Ein starker Band in Groß-Oktav. Gebunden, Preis 24 M.

Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Für Landwirte, Gärtner, Forstleute und Botaniker bearbeitet von Dr. Paul Sorauer, Dirigent der pflanzenphysiologischen Versuchsstation zu Proskau. **Zweite, neubearbeitete Auflage.** 1. Teil: **Die nicht parasitären Krankheiten.** Mit 19 lithogr. Tafeln und 61 Textabbildungen Gebunden, Preis 20 M. 2. Teil: **Die parasitären Krankheiten**. Mit 18 lithogr. Tafeln und 21 Textabbildungen. Geb., Preis 14 M.

Tierische Schädlinge und Nützlinge für Ackerbau, Viehzucht, Wald- und Gartenbau. Lebensformen, Vorkommen, Einfluß und die Maßregeln zu Vertilgung und Schutz. Praktisches Handbuch von Dr. J. Ritzema Bos, Dozent an der landwirtschaftlichen Lehranstalt in Wageningen. Mit 477 eingedruckten Abbildungen. Preis 18 M. Geb. 20 M.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Paul P[illegible]rey in Berlin SW., 10 Hedemannstraße.

Rohlwes' Gesundheitspfle[illegible]e und Heilkunde der landwirtschaftlichen Haussäugetiere. **Des Viehar3neibuchs zweiundzwanzigste Auflage,** vollständig ne[illegible]earbeitet von Dr. G. Felisch, Kgl. Kreistierarzt in Inowrazlaw. Mit Textabbildungen. Ein stattlicher [illegible]wband. Gebunden, Preis 6 M.

Handbuch der Milchwirts[illegible]ft auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage. Von Dr. W. Kirchner, o. ö. Professor und Direktor des Landwirtschaftlichen Institutes der Universitä[illegible]pzig. **Dritte, neubearbeitete Auflage.** Mit 216 in den Text gedruckten Holzschnitten. In Leinen g[illegible]den, Preis 12 M.

Handbuch der tierärztlichen Geburtshilfe. Von Dr. L. Franck, weil. Professor und Direktor der kgl. Tierarzneischule in München. **Zweite Auflage,** neubearbeitet und herausgegeben von Ph. Göring, kgl. bayr. Landestierarzt in München. Mit 114 Textabbildungen. Gebunden, Preis 12 M.

Handbuch der Pferdekunde. Für Offiziere und Landwirte bearbeitet von Dr. L. Born, Corpsroßarzt vom 3. Armee-Corps und Dr. H. Möller, Professor an der tierärztlichen Hochschule und Lehrer an der Kgl. vereinigten Artillerie- und Ingenieurschule in Berlin. **Dritte, umgearbeitete Auflage.** Mit 219 Textabbildungen. Gebunden, Preis 9 M.

Die Rinderzucht. Körperbau, Schläge, Züchtung, Haltung und Nutzung des Rindes. Praktisches Handbuch von Dr. H. Werner, Professor für Landwirtschaft an der Königl. landw. Hochschule und Docent für Tierzuchtlehre an der Königl. tierärztl. Hochschule zu Berlin. Mit Textabbildungen und 136 Tafeln mit Rinderporträts. Ein starker Band in Lexikon-Oktav. Geb., Preis 20 M.

Rassen, Züchtung und Haltung des Pferdes. Bearbeitet von G. Schwarznecker Königlicher Gestütsdirektor in Marienwerder. **Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage.** Mit 128 in den Text gedruckten Holzschnitten. Preis 15 M. Gebunden 17 M. 50 Pf.

Die Gesundheitspflege de[illegible] [illegible]lichen Haussäugetiere. Praktisches Handbuch von Dr. [illegible]n, Geh. Regierungsrat und Medicinalrat, Professor und Direktor der Königl. tierärztlich[illegible] [illegible]nnover. **Zweite, neubearbeitete Auflage.** Mit 20 Farbendrucktafeln und 65 Textat[illegible] [illegible]r Band. Gebunden, Preis 14 M.

Haubner's landwirtschaf[illegible] [illegible]kunde. **Elfte Auflage, vollständig neubearbeitet** von Dr. O. Siedamgrotzky, Ober-Medicinalrat und P[illegible] [illegible]ierärztlichen Hochschule zu Dresden. Mit 79 Textabbildungen. Gebunden, Preis 12 M.

Mentzel's Schafzucht. **Dritte,** [illegible]e **Auflage.** Mit Abbildungen im Text und 40 Rassebilde[illegible] [illegible]den, Preis 12 M.

Rohde's Schweinezucht. **Vierte, n[illegible]bearbeitete Auflage.** Mit Abbildungen im Text und 59 Rassebildern. Gebunden, Preis 12 M.

Die Geflügelzucht nach ihrem jetzigen rationellen Standpunkt. Unter Mitwirkung hervorragender Fachgenossen bearbeitet von Bruno Dürigen in Berlin. Mit 80 Rassetafeln und 101 Abbildungen im Text. Preis 20 M. Gebunden 25 M.

Handbuch des landwirtschaftlichen Wasserbaues. Von Dr. Emil Perels, o. ö. Professor an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien. **Zweite, neubearbeitete Auflage.** Mit 4 Tafeln in Farbendruck und 431 Textabbildungen. Gebunden, Preis 20 M.

Handbuch des landwirtschaftlichen Bauwesens mit Einschluß der Gebäude für landwirtschaftliche Gewerbe. Von Fr. Engel, Königl. Preuß. Baurat in Berlin. **Siebente, vermehrte und verbesserte Auflage.** Mit 42 lithographischen Tafeln und 744 Textabbildungen. Ein starker Band in Quartformat. Preis 20 M. In Halbleder gebunden 24 M.

Handbuch der Spiritusfabrikation. Von Dr. Max Maercker, Geh. Regierungsrat und Professor an der Universität Halle. **Fünfte, vollständig umgearbeitete Auflage.** Mit 208 in den Text gedruckten Holzschnitten. Preis 20 M. Gebunden 22 M. 50 Pf.

Landwirtschaftliche Maschinenkunde. Handbuch für den praktischen Landwirt. Von Dr. A. Wüst, Professor an der Universität Halle a. S. und Geschäftsführer der Maschinenprüfungsstation. **Zweite, neubearbeitete Auflage.** Mit 516 Abbildungen. Gebunden, Preis 12 M.

Handbuch der Zuckerfabrikation. Von Dr. F. Stohmann, Professor an der Universität Leipzig. **Zweite, umgearbeitete Auflage.** Mit 152 Holzschnitten und 4 Tafeln. Gebunden, Preis 18 M.

Die Mikroorganismen der Gärungsindustrie. Von Alfred Jörgensen. **Dritte, neubearbeitete und vermehrte Auflage.** Mit 152 Holzschnitten und 4 Tafeln. Gebunden, Preis 6 M.

Moewes' Destillierkunst. Praktis[illegible] Handbuch der Likörfabrikation nebst Anweisung zur richtigen Erfüllun[illegible] der steuergesetzlichen Vorschriften und vielen Berechnungstabellen. **Neunte, vollständig umgearbeitete Auflage.** Mit Textabbildungen und einem Anhang: Essigfabrikation. Gebunden, Preis 7 M.

Handbuch der Preßhefefabrikation. Von Otto Durst, Inspektor in Germersheim am Rhein. Mit 135 Textabbildungen und 8 Lichtdrucktafeln. Gebunden, Preis 14 M.

Landwirtschaftliche Taxations[illegible]e. Von Dr. Th. Freiherrn v. d. Goltz, o. ö. Professor und Direktor der Lehranstalt für Landwirte an der Universität Jena. **Zweite, neubearbeitete Auflage.** Gebunden, Preis 14 M.

Handbuch der landwirtschaftlichen Betriebslehre. Von Dr. Th. Freiherrn v. d. Goltz, o. ö. Professor und Direktor der Lehranstalt für Landwirte an der Universität Jena. Preis 12 M. Gebunden 14 M.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

PAUL PAREY IN BERLIN

* Verlagsbuchhandlung. *

H. Heinrich
BUCHBINDEREI · EINRAHMUNGEN
84056 Rottenburg
Telefon 08781/1577

7/01

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Lintner, Carl J.

Handbuch der landwirtschaftlichen Gewerbe

Berlin 1893

Oecon. 1129 hh
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11661226-0